AGRONOMIA LUSITANA

VOL. 4 — N.º 1
1942

Estação Agronómica Nacional
PORTUGAL

Composição e impressão das Oficinas
da Tip. Alcobacense Lt.ª — Alcobaça

AGRONOMIA LUSITANA

IMPERIAL MYCOLOGICAL
19 AUG 1943
INSTITUTE

ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL

PORTUGAL

VOL. 4 — N.º 1

1942

RAÍZES AÉREAS NA *VITIS VINIFERA* L.

POR *ACÚRCIO RODRIGUES*
(ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL)

INTRODUÇÃO

EM Agôsto de 1941, observou-se na Região de Alcobaça uma forte emissão de raízes aéreas em algumas castas de *V. vinifera* L., como por exemplo nas *Castelão, Vital, Fernão Pires, Malvazia,* etc., e num híbrido entre *V. Berlandieri* e *V. riparia,* possìvelmente o *420 A.*

O facto chamou-nos a atenção pela raridade do fenómeno nas nossas condições climatéricas, por não conhecermos qualquer estudo sôbre a emissão de raízes aéreas em *V. vinifera,* pela dificuldade de enraïzamento de um dos progenitores do híbrido citado e pelas indicações de ordem cultural — no enraïzamento por estaca — a que um estudo detalhado poderia chegar. Êste problema é da mais alta importância em viticultura, por isso que a formação de raízes adventícias é o meio quási exclusivamente utilizado na propagação da videira.

Diversos autores se têem referido à emissão de raízes aéreas na videira. Entre outros, poderemos citar PEROLD (1927) e CAVAZZA (1934), que dizem poder êste facto verificar-se em algumas videiras muito robustas desenvolvidas em estufa, numa atmosfera com umidade bastante elevada.

TURNER (1934) fez um estudo das estruturas primária e secundária das raízes aéreas da *Vitis rotundifolia.* Porém, esta videira ainda que pertença ao género *Vitis,* é bastante diferente das videiras cultivadas. Assim, enquanto que estas, segundo FOËX (Cit.

por MOLON-1906), pertencem à secção *Euvitis*, que apresenta como principais características a casca estriada, lenho macio e abundante medula; aquela, pertencendo à secção *Muscadinia*, tem a casca sem estrias, coberta de lentículas, lenho duro e pouca medula. MOLON (1906), referindo-se à *V. rotundifolia*, escreve a pág. 119: «È tipo americano assai vigoroso, con radici avventizie e tralci senza diaframmi, ...». A existência de raízes aéreas nesta espécie foi ainda apontada por HEDRICK (1938) e BAILEY (1939).

NICOL (1940) apresenta a reprodução de uma fotografia de MOORE (1933) mostrando raízes aéreas naturais numa videira tropical — *Cissus sicyoides* L. var. *Jacquini* — desenvolvendo-se em estufa no Jardim Botânico de Missouri (St. Louis, U. S. A.) e em que as raízes atingem um comprimento de 40 pés. Todavia, esta planta, pôsto que participe da família *Ampelidaceae*, está botânicamente ainda mais afastada das videiras que cultivamos, porquanto pertence a um outro género e tem como habitat natural as regiões tropicais ou subtropicais (MOLON-1906).

HEDIN (1935) refere a existência de raízes preformadas, latentes, junto dos nós, no género *Ampelopsis*.

Vemos assim que as Vitáceas que normalmente emitem raízes aéreas são bastante diferentes das videiras submetidas a cultivo, e estas, só excepcionalmente, em estufas e em condições especiais de vigor e de umidade, podem produzir êsses órgãos.

No presente trabalho procurou-se averiguar quais os factores externos e as causas internas que influenciaram o fenómeno.

Quanto aos primeiros, a três nos referiremos: umidade, temperatura e arejamento.

Àcêrca das causas internas, foi VAN DER LEK, segundo a opinião de SWINGLE (1927), o primeiro investigador que relacionou o sistema vascular primário com a distribuïção de primórdios de raízes. Esta relação é confirmada por SWINGLE, que no seu trabalho diz a pàg. 543: «Especially in apple and willow the same connection between root germs and the primary vascular system is found.»

Por êsse facto, empreendemos o nosso trabalho começando por estudar o sistema vascular primário na região do nó, por ser nessa região que encontrámos predominância de raízes aéreas; observámos a sua evolução e relacionámos essas estruturas com o estudo anatómico das raízes formadas.

MATERIAL E MÉTODOS

As videiras submetidas ao nosso estudo estavam situadas em terreno de várzea, na orla de um caminho. Apresentavam um vigor médio e pertenciam às castas e híbrido já referidos.

Para as observações histológicas, o material foi fixado no fixador de Chamberlain, ao qual se adicionou 5 % de ácido acético glacial; a inclusão foi feita em parafina; os cortes realizados num micrótomo OmC de Reichert e empregámos a dupla coloração: safranina-hematoxilina Delafield. Alguns cortes foram tratados com a água de Javel, conforme a técnica por nós indicada em trabalho anterior (RODRIGUES-1937).

Para o estudo macroscópico do sistema vascular (Estampa VI-A) utilizámos o macerante de Shultze.

As microfotografias e as ampliações macroscópicas superiores a 5x foram realizadas num Citophot Busch, os desenhos numa ampliadora Vamax da casa Leitz, utilizando as próprias lâminas com o material seccionado.

OBSERVAÇÕES

SISTEMA RADICULAR AÉREO

Morfologia externa — O desenvolvimento radicular aéreo manifestou-se nas varas com um, dois, três e mais anos de idade e até na própria cêpa. No híbrido citado encontrámos uma raíz na base de um sarmento desenvolvido nesse ano (Estampa VII-C).

As raízes irrompiam ao longo de tôda a vara, mas tinham uma localização predominante na parte mediana do nó e na sua parte inferior, dispondo-se muitas vezes em séries longitudinais de quatro, cinco e mais raízes (Estampa VII-A e B). Apresentavam normalmente um comprimento de 10 a 20 mm. (Estampa VII-A, B e C), poucas vezes 60 a 70 mm. (Estampa VIII-A). A distância ao solo variava entre 20 e 80 cm.

Num único caso observado, talvez por terem contactado com o solo, as raízes ramificaram-se e atingiram um comprimento de 150 mm. (Estampa VIII-B).

Estudo anatómico — Nos cortes realizados não conseguimos encontrar primórdios de raízes; as mais reduzidas que observámos, tinham, ainda que pequeno, já um certo desenvolvimento.

Pelo estudo dos cortes transversais, verificámos que elas se desenvolvem junto dos feixes que inervaram as fôlhas.

Assim, vemos na Estampa I-C que a raíz formada tem por eixo o raio medular secundário de um feixe foliar, fàcilmente distinguível pelo seu lenho primário; na Estampa I - B e D, que o eixo da raiz corresponde a um raio medular primário, lateral a um feixe de inervação.

Até na parte mediana do meritalo fomos encontrar uma raiz, em estado atrasado do seu desenvolvimento, junto a um feixe foliar que por nós foi seguido em cortes transversais (Estampa I-A).

A Estampa II mostra-nos, em corte longitudinal, uma fiada de três raízes, que se diferenciaram junto do nó, sôbre um feixe foliar, com um plano de simetria comum, correspondendo ao raio medular secundário do feixe.

Vemos assim a importância que tiveram os feixes de inervação da fôlha para a formação de raízes aéreas na videira.

Verificámos ainda, nos cortes transversais, que a diferenciação das raízes ocorreu numa fase já adiantada do período vegetativo (Estampa I - A, B, C e D).

PRODUÇÃO DE RAÍZES AÉREAS

Factores externos — O Boletim mensal dos Serviços de Meteorologia do Ministério da Economia mostra a anormalidade como decorreram, quanto à pluviosidade, os meses de Maio, Junho e Julho de 1941, e em especial êste último. Assim, no gráfico da Fig. 1, referente à região de Alcobaça, no qual comparamos as pluviosidades nos meses de Maio a Setembro do ano de 1941 com as médias das pluviosidades nos mesmos meses dos oito anos anteriores, verifica-se que, nos meses acima referidos, a pluviosidade, expressa no número de milímetros de chuva caída, foi superior à média dos oito anos que o precederam, registando-se a maior diferença no mês de Julho. Por êsse facto, enquanto que normalmente a pluviosidade durante êste mês é menor que a do mês

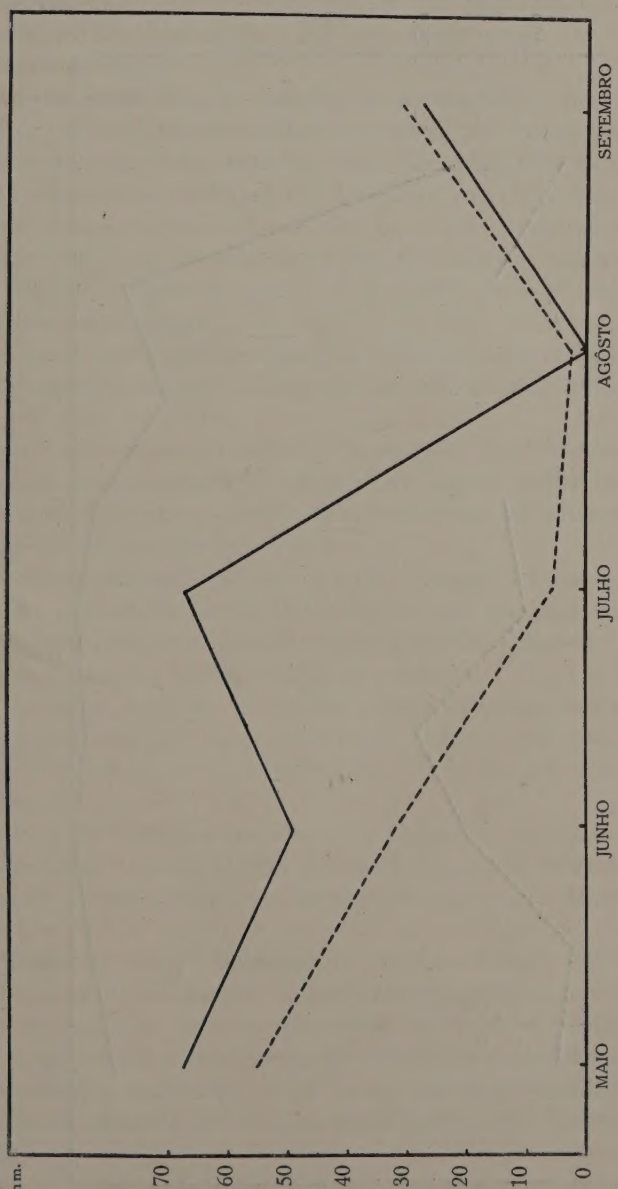


Fig. 1 — Gráfico comparativo da pluviosidade no ano de 1941 (traço cheio) com a média dos oito anos anteriores (tracejado), na região de Alcobaça

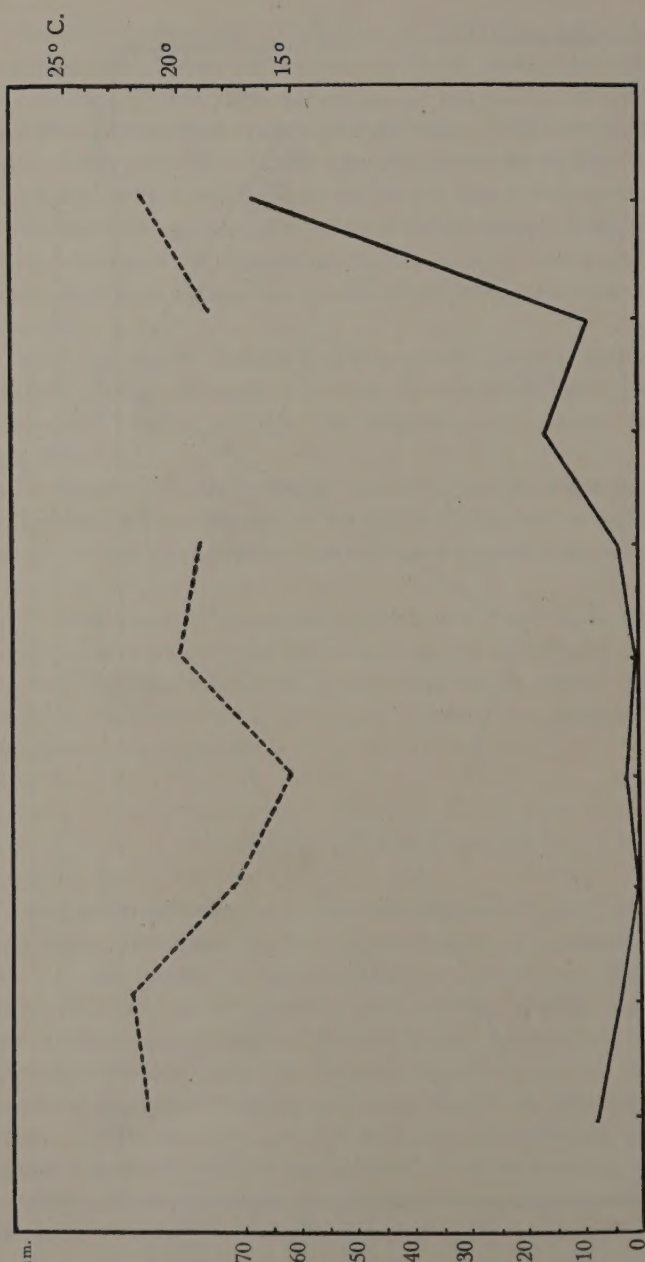


Fig. 2 — Gráfico comparativo das pluviosidades e temperaturas médias diárias nos meses de Julho, de 1933 a 1941, na região de Alcobaça

anterior em cêrca de 30 mm., no ano de 1941 ela foi superior em quási 20 mm., tendo-se verificado uma queda de 66,6 mm. em 10 dias de chuva.

No gráfico da Fig. 2, em que se comparam as pluviosidades e as temperaturas médias diárias nos meses de Julho, desde 1933 a 1941, está mais bem marcada essa diferença, notando-se ainda que a temperatura média diária em Julho de 1941 (21,6° C.) é superior àquelas verificadas nos oito anos anteriores, exceptuando o ano de 1934, que a excedeu em 0,4° C., mas em que a pluviosidade não ultrapassou 4 mm., e o de 1939, de que não existem registos de temperatura.

De Julho para Agôsto dêsse ano deu-se uma descida brusca na pluviosidade, atingindo neste último mês um número inferior à média referida.

Vê-se assim que durante o mês de Julho de 1941 se verificaram dois factos favoráveis à emissão de raízes: muita umidade e elevada temperatura, e que essas condições se modificaram bruscamente no decurso do mês seguinte.

De facto, dissemos já que a diferenciação das raízes ocorreu numa fase adiantada do período vegetativo; por outro lado que êsses órgãos formados tiveram curto desenvolvimento dadas as pequenas dimensões que conseguiram atingir.

A umidade, uma das principais causas externas da emissão de raízes adventícias, foi, como referimos, excepcionalmente elevada durante o mês em que a diferenciação radicular aérea se deveria ter realizado.

Àcêrca da relação existente entre o grau de umidade e a produção de raízes, SWINGLE (1929) escreve a pág. 127: «with a greater degree of water treatment, proportionally more rooting was apparent.»

Quanto ao factor temperatura, CANNON & FREE (1925) (Cit. por ROGERS-1939) dizem que a temperatura óptima para o desenvolvimento radicular está compreendida entre 20° e 30° C., SWINGLE (1929) aponta para a var. *Springdale*, de maceira, uma temperatura óptima entre os limites 24° e 29° C. e, para o *Salix alba* L., entre 20° e 33° C., dizendo porém que êstes limites são aparentemente alterados ou modificados conforme as condições de umidade e arejamento, e NIGHTINGALE (1935) refere que, nos seus estudos em

maceiras e pessegueiros, o máximo desenvolvimento radicular se verificou a uma temperatura de 65° F.

Portanto, a temperatura média diária de 21,6° C., verificada em Alcobaça no mês de Julho de 1941, está muito próxima ou compreendida entre os limites óptimos apontados para o desenvolvimento radicular.

As condições de arejamento, um dos factores limites quando no enraïzamento por estaca, foram, evidentemente, as mais perfeitas no caso por nós considerado.

Causas internas — Como dissemos, VAN DER LEK relacionou a distribuïção de primórdios de raízes com o sistema vascular primário nas plantas lenhosas. SWINGLE (1927) referindo-se a êsse autor escreve, pág. 533: «He distinguishes between nodal roots- those which actually arise on the leaf traces, or branch traces themselves -and internodal roots- those which arise on the medullary rays.» e classifica em quatro tipos os locais em que os primórdios podem ter lugar, isto é, pág. 540 «the bands of parenchyma connecting the cortex with the central pith», que são: (1) os *gaps* dos ramos; (2) os *gaps* das fôlhas; (3) os dois raios primários, um de cada lado do feixe da fôlha depois de êste ter saído do cilindro central; (4) o raio secundário do feixe foliar.

Devemos porém apontar, que, no caso da videira, o raio secundário do feixe foliar não estabelece ligação com a medula, como podemos observar na Estampa IV-C.

Mais recentemente STOUTEMYER (1937), em maceiras, e CARLSON (1938), no seu estudo sôbre a formação de raízes adventícias em *Salix cordata*, mostram também a relação existente entre os primórdios das raízes e os *gaps* da fôlha e do ramo.

A disposição dos feixes foliares no meritalo da videira — Os feixes foliares da videira são do tipo envolvente. JEFFREY (1930) refere que na videira *Concord* existem sete feixes para cada fôlha e apresenta uma microfotografia na região do nó em que se podem contar as sete massas escuras que lhes correspondem. Na casta de *V. vinifera* que nos serviu para estudar o desenvolvimento dos feixes foliares até à sua entrada no pecíolo, contámos seis (Fig. 3).

EAMES & MACDANIELS (1925) afirmam que o número de feixes foliares que se deslocam do cilindro central para cada fôlha é uma

característica específica ou de um grande grupo. Numa análise sumária, verificámos por exemplo que na *V. riparia* o número característico é de sete feixes foliares, na *V. rupestris*, cinco; e que, nos híbridos entre as duas espécies, para cada fôlha existem cinco feixes foliares, o que nos parece do maior interêsse genético.

Na Fig. 3, apresentamos um esquema dos caminhos percorridos pelos feixes da fôlha no caso de seis feixes foliares. Assim, começam por deslocar-se os dois feixes que dão origem aos feixes dorsais do pecíolo; depois, de um e outro lado, os dois seguintes, e por último aquêles que principalmente dão origem aos feixes ventrais do pecíolo.

Ao mesmo tempo que isto acontece, os feixes que vão irrigar o gomo e o cacho ou gavinha do lado oposto subdividem-se bastante e sofrem grande redução na produção líbero-lenhosa. O número de fibras pericíclicas diminui também num e noutro sentido.

O caminho seguido pelos feixes foliares pode ser fàcilmente observado na Est. VI-B, fotografia de um sarmento bastante costado e na qual verificámos, conforme o esquema junto (Est. VI-C), que as saliências, ainda que sobretudo provenientes da existência de uma maior massa de tecido colenquimatoso, correspondem ao caminho percorrido pelos feixes de inervação da fôlha. Assim, os dois feixes que primeiro se deslocam fazem uma pequena curvatura e entram imediatamente no pecíolo; os dois seguintes, apenas saiem do cilindro central, curvam-se bastante na direcção do pecíolo; os últimos a sofrer deslocamento têem curvaturas mais pronunciadas, passam horisontalmente a meio do nó, e em plano ligeiramente superior ao dos anteriores.

O sistema vascular primário na região do nó — Sua evolução — Demonstrámos em trabalhos anteriores (RODRIGUES-1941) que a histodiferenciação do sistema nerval da fôlha da videira se realiza antes da prefolheatura. Portanto, com mais forte razão, o mesmo podemos afirmar para os tecidos que lhe estão subjacentes e imediatamente próximos: a sua ligação com o cilindro central do sarmento. Por êsse facto, é numa estrutura primária que surge a inflexão dos feixes foliares na direcção do pecíolo.

Na Estampa III-A apresentamos uma seriação de cortes transversais na região do nó focando o mesmo feixe foliar, em estado bastante atrazado do seu desenvolvimento. Na primeira microfo-

tografia, aquela dentre as três que corresponde ao nível mais baixo, o feixe foliar ainda faz parte do cilindro central; na terceira, correspondente ao nível superior, encontra-se completamente fora dêsse cilindro; e, na segunda, o feixe foliar está numa posição intermédia às duas referidas.

Nessas microfotografias, vemos que separando o feixe foliar dos dois feixes laterais, existem largas faixas de parênquima; que os tecidos liberinos e lenhosos do feixe foliar têem maior desenvolvimento do que aquêles dos feixes laterais, e que no feixe foliar a formação líbero-lenhosa vai aumentando conforme êste se afasta do cilindro central.

A Estampa III-B, que é constituída por uma seriação de microfotografias de secções transversais na região de um mesmo feixe foliar, mas em estado mais adiantado do seu desenvolvimento, apresenta grandes modificações em relação à anterior.

Assim, na secção onde tem origem o encurvamento do feixe foliar (segunda microfotografia), observamos uma pequena formação de tecido parenquimatoso secundário atrás do lenho primário do feixe; que a um nível superior, êsse tecido contorna interiormente o feixe foliar (terceira microfotografia), e estabelece ligação directa entre o câmbio dos feixes laterais no nivel em que o feixe foliar se encontra completamente deslocado do cilindro central (quarta microfotografia), ao mesmo tempo que os dois feixes laterais se alargam na direcção do feixe foliar.

Desta forma, um raio medular continua longitudinalmente o feixe foliar que se desviou para o pecíolo. Algumas vezes, na zona do cilindro central acima do feixe foliar que inflectiu para o pecíolo, em lugar de um raio medular como acontece na Est. III-B, encontramos um outro feixe. Isto sucede principalmente sôbre os feixes foliares que primeiro se deslocam e que vão constituir os feixes dorsais do pecíolo.

Podemos ainda observar que tendo o feixe foliar na estrutura primária maior desenvolvimento de tecidos liberinos e lenhosos do que os feixes laterais (Est. III-A), a actividade cambial nestes feixes é superior à do feixe foliar, diminuindo neste gradualmente a produção líbero-lenhosa conforme, nos diferentes níveis, se afasta do cilindro central (Est. III-B). Quando se destaca por completo permanece no estado primário, isto é, tem já as características dos feixes peciolares (quarta microfotografia).

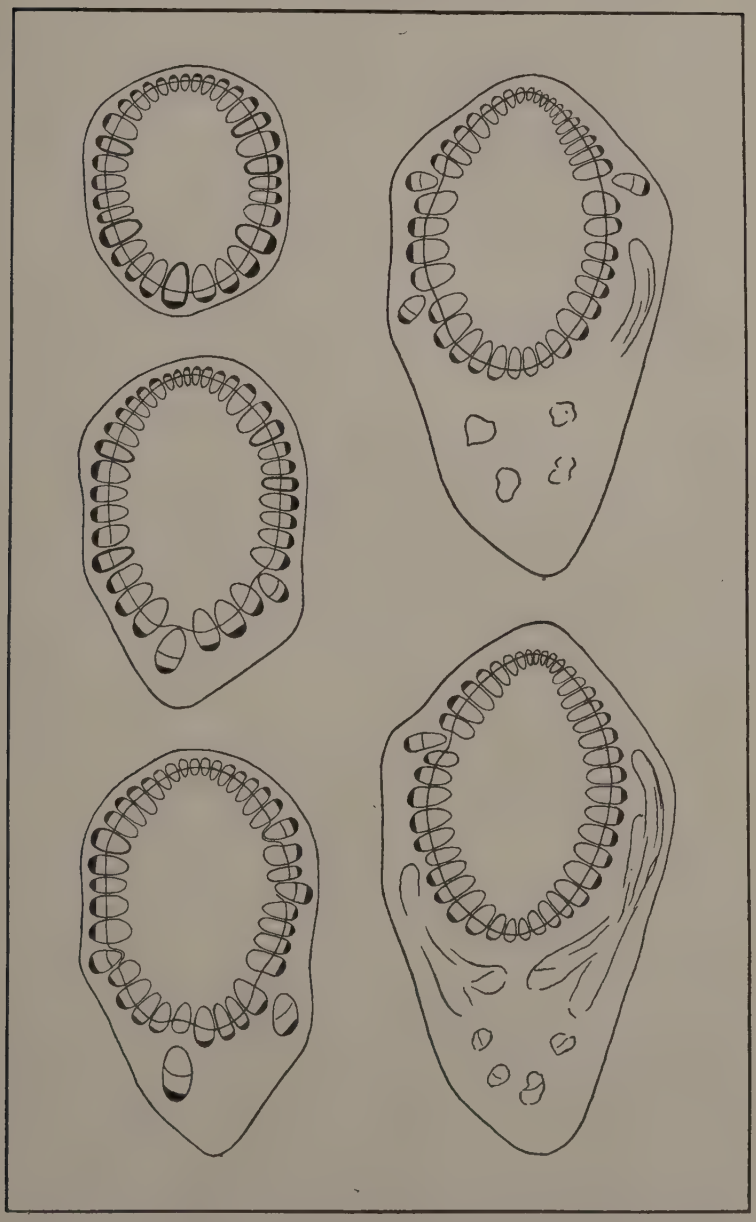


Fig. 3 — Desenho esquemático do sistema vascular na região do nó de um sarmento de videira

Portanto, na região do nó e num primeiro desenvolvimento, a actividade cambial nos feixes foliares vai diminuindo progressivamente, enquanto que, na sua parte posterior, apenas começa a inflexão, se dá início a outra actividade, que vai aumentando, também progressivamente, no sentido longitudinal. Os tecidos formados acima do início da curvatura do feixe foliar constituem como que uma cunha envolvendo-o interiormente.

Depois, como escrevem EAMES & MACDANIELS (1925), pág. 136: «the formation of new xylem causes the outward movement of all phloem as well as of the cambium itself, not only on the axis, but also on the trace.»

A actividade do câmbio do feixe foliar, nas primeiras fases do primeiro ciclo vegetativo, é bastante diferente da actividade do meristema cambial dos feixes vizinhos. Assim, na Estampa IV-C, que corresponde a uma posição do feixe foliar próxima da microfotografada na segunda fase da Est. III-B, notamos a ausência completa de vasos lenhosos na formação secundária dêsse feixe, enquanto que nos feixes laterais existem em grande número. JEFFREY (1930), apresenta uma microfotografia de um feixe foliar, na região do nó, em que à frente do traço da fôlha se observa ùnicamente uma massa de tecido parenquimatoso.

Nos últimos períodos dêsse ciclo vegetativo a actividade do meristema do feixe foliar torna-se normal.

Na Est. IV-A, vemos, no lado esquerdo, o lenho primário de um feixe foliar, com uma formação parenquimatosa secundária colocada posteriormente e no lado direito um dos feixes laterais no qual se nota bem o alargamento do lenho secundário no sentido do feixe foliar.

No líber também se verificam algumas modificações na estrutura secundária dos feixes foliares em relação à estrutura secundária dos outros feixes, na região do nó. Assim, na Est. IV-B vemos que no líber do feixe foliar (lado esquerdo) as fibras não têem a continuïdade das do feixe lateral (lado direito); no feixe foliar as fibras liberinas aparecem dispersas por pequenos núcleos.

Os raios medulares primário e secundário (Est. IV-C) dos feixes foliares são bastante mais largos do que aquêles que separam entre si os outros feixes.

A quantidade de reservas junto do lenho primário dos feixes

foliares e nos raios primários e secundário dêstes feixes, em especial junto dos tecidos liberinos, é bastante superior àquela que se encontra associada com os outros feixes do cilindro central, como podemos observar numa secção microtómica não tratada pela água de Javel (Est. IV-C) (1).

É interessante apontar a analogia na distribuïção das fibras liberinas do feixe foliar com a que encontrámos em trabalho anterior (RODRIGUES-1938) na estrutura secundária das raízes de várias videiras americanas (Est. V - A, B e C).

O sistema vascular do sarmento da videira na região do nó pode ser observado macroscòpicamente na Est. VI-A. É bem nítido o maior desenvolvimento dos feixes foliares em relação aos outros feixes do cilindro central, dos quais se separam por raios medulares bastante mais largos do que aquêles que separam entre si os feixes não foliares. As fendas foliares têem, como mostra a fotografia, uma forma ogival; os dois raios medulares laterais unem-se apenas se dá a inflexão do feixe. Vemos também que os feixes foliares se apresentam de uma maneira contínua e independente em largas extensões do sarmento. No contôrno, principalmente no lado esquerdo, podem notar-se as reentrâncias motivadas pelos feixes foliares envolventes.

SISTEMA RADICULAR NO ENRAÏZAMENTO POR ESTACA

Dissemos já que a produção de raízes aéreas verificada na videira parecia estar intimamente relacionada com os feixes foliares; era portanto interessante verificar o que normalmente acontece na multiplicação por estaca. Para isso, examinámos macroscòpicamente, numa análise breve, material constituído por estacas-semente e por estacas normais. Verificámos que nas primeiras o enraïzamento é sobretudo realizado junto do nó (Est. IX-A) e na vizinhança imediata dos feixes foliares ou sôbre êles, como se verifica na Est. IX-C, em que a raiz sai da própria cicatriz da fôlha.

Nas estacas normais encontrámos duas regiões com carácter predominantemente electivo para a diferenciação radicular: na

(1) A maior quantidade de reservas amiláceas junto dos feixes foliares foi determinada pela análise microquímica empregando a solução de iodo-iodeto de potássio de Gram.

extremidade inferior, quando as condições de meio lhe são favoráveis, e junto dos nós, na vizinhança dos feixes foliares (Est. IX-B). Também nestas é freqüente o aparecimento de raízes nas cicatrizes das fôlhas, como fotografámos num exemplar (Est. IX-D).

DISCUSSÃO

As condições externas, quando da emissão de raízes aéreas por nós verificada na videira, foram como vimos as mais favoráveis para o desenvolvimento radicular. Além disso, a diferenciação teve lugar num período de grande actividade metabólica e em que o câmbio se encontrava em activo funcionamento.

PRIESTLEY & SWINGLE (1929), a propósito da relação que existe entre a diferenciação radicular e a actividade cambial, escrevem a pág. 69: «the new root initials are always formed in tissues in close association with an active cambium.» e SLEDGE (1930), pág. 1: «The close anatomical association of root germs with the cambium suggests a corresponding parallelism between the internal factors which govern the initiation and growth of root meristems and those which govern the activity of the vascular cambium».

Portanto, dois factos deverão ser responsáveis pela emissão de raízes aéreas na videira no mês de Julho de 1941: condições externas extremamente favoráveis e uma forte actividade cambial nos pontos com marcada aptidão para a diferenciação radicular.

No mês seguinte, um dos factores externos considerados — a umidade — desapareceu, e as raízes formadas deixaram de crescer, morrendo seguidamente aquelas que pelo seu desenvolvimento tinham ultrapassado já o córtex. As outras, aquelas que ficaram mergulhadas nos tecidos da casca, permaneceram nesse estado até ao início do novo período de vegetação, irrompendo nessa altura. Porém, como as condições externas se lhes tornaram desfavoráveis, pouco cresceram, morrendo prematuramente. Devemos ainda referir que tendo-se registado a maior percentagem de raízes aéreas na produção estival, sôbre as varas de um ano, na primavera seguinte as poucas raízes que se desenvolveram estavam colocadas nas varas com dois, três e mais anos de idade, sendo nulo o desenvolvimento nas varas desenvolvidas no ano anterior.

VAN DER LEK (1930) diz no seu trabalho que as videiras são caracterizadas por uma dissecção do cilindro central, e que é esta estrutura que permite a formação de órgãos laterais em todo o comprimento da vara, e escreve a pág. 73: «In the grape, for instance, primary rays are to be found which run through a whole internode without interruption and partly also through the node.»

De facto, como é conhecido, e mostrámos na Est. VI-A, os entrenós são rasgados em todo o seu comprimento por faixas contínuas de tecido parenquimatoso — os raios medulares; e êstes raios medulares permitem decerto um rápido transporte radial de água e de substâncias nutritivas ao longo de todo o sarmento.

Todavia, como referimos, as raízes aéreas observadas diferenciaram-se não sòmente sôbre o câmbio dos raios medulares primários mas também sôbre o raio secundário dos feixes foliares; por conseqüência, também nesta espécie, a formação de raízes aéreas parece estar intimamente relacionada com os feixes foliares, ainda que não existam primórdios radiculares preformados (VAN DER LEK-1925, cit. SWINGLE-1925, CARLSON-1938) e a sua diferenciação se verifique ùnicamente quando as condições externas lhe sejam favoráveis.

A íntima relação entre o desenvolvimento das raízes adventícias e o próprio feixe da fôlha pode observar-se na Est. I, em que as raízes formadas se apropriaram, se não totalmente, pelo menos em parte, do sistema vascular do feixe da fôlha.

Assim, nas microfotografias A, B e D as raízes aéreas diferenciaram-se sôbre um dos raios medulares primários e apropriaram-se do sistema vascular do feixe da fôlha na região compreendida entre o raio medular primário em que se deu a diferenciação e o raio secundário do feixe. Na microfotografia I-C, a diferenciação teve lugar sôbre o raio medular secundário, e a raíz formada apropriou-se totalmente do feixe foliar.

SWINGLE (1927) descreve fenómenos idênticos na formação de raízes adventícias nas maceiras.

Como frisámos, a estrutura secundária dos feixes foliares, na região do nó, é bastante diferente da estrutura secundária dos outros feixes do cilindro central. Os raios medulares primários que os separam dos feixes vizinhos são bastante mais largos do que aquêles que separam entre si os outros feixes; o mesmo se podendo

dizer dos raios secundários dos feixes foliares em relação aos mesmos raios dos feixes não foliares, no entre-nó considerado.

Ora, a importância da maior ou menor largura dos raios medulares, na produção de raízes adventícias na videira, foi apontada por HÉDIN (1935), ainda que não considere os feixes foliares e se refira de uma maneira geral à região do nó. Assim, diz a pág. 869, que na vizinhança dos nós da *V. Berlandieri* os raios são mais estreitos e menos numerosos do que nas espécies que enraïzam com maior facilidade.

Outra modificação a considerar foi por nós referida quando apontámos a grande dispersão de fibras liberinas dos feixes foliares em contraste com a disposição em camadas tangenciais contínuas e compactas dos outros feixes do cilindro central. Mostrámos então a analogia na distribuïção das fibras liberinas dos feixes foliares, com aquela que apresenta a estrutura secundária da raiz em várias videiras americanas.

O relêvo dêste facto foi pôsto em foco por SIEGLER & BOWMAN (1939), no estudo anatómico sôbre a origem e o desenvolvimento dos primórdios de raízes e gomos em raízes de maceira. Êstes investigadores verificaram que nas regiões onde os primórdios se formam em grande número não existem geralmente fibras liberinas.

Vimos também que o xilema dos feixes foliares, na região do nó, se apresenta muito menos lenhificado do que o xilema dos outros feixes. Assim, êstes dois fenómenos, dispersão de fibras liberinas e menor lenhificação, aparecem associados nos feixes foliares da videira.

Do mesmo modo, NIGHTINGALE (1935), ao estudar os efeitos da temperatura sôbre a anatomia das raízes de maceira e pessegueiro, verificou que o aparecimento de largas faixas de fibras liberinas está correlacionado com uma grande lenhificação e espessamento de todo o xilema, referindo ainda, pág. 634, que «these factors were obviously associated with the general lack of succulence and considerable mechanical strength of the roots».

Uma das dificuldades no enraïzamento por estaca de algumas espécies de videira, como a *V. Berlandieri* e a *V. candicans*, foi atribuída por HÉDIN (1935) à marcada tendência para a lenhificação que estas espécies apresentam, isto é, dureza do lenho, escle-

renquificação do diafragma dos nós e um desenvolvimento mais importante dos feixes de fibras liberinas.

Dissemos anteriormente que junto dos feixes foliares se encontra maior quantidade de reservas do que aquela que acompanha os outros feixes. E ainda que BRANDON (1939) ponha em dúvida a influência das reservas amiláceas na maior ou menor facilidade no enraïzamento das estacas, nós verificámos a existência de maiores quantidades dessas mesmas substâncias junto dos feixes foliares.

REID (1930) refere a importância das substâncias de reserva na radicação por estaca, e HÉDIN (1935) aponta que, no caso da videira, as raízes adventícias se diferenciam em frente dos raios medulares e sobretudo onde estes apresentam um maior desenvolvimento e grandes quantidades de reservas.

Portanto, reünem os feixes foliares, na região do nó, duas condições favoráveis à emissão de raízes adventícias: raios medulares largos com grandes quantidades de reservas e pequena lenhificação; ao contrário, os outros feixes do cilindro central são separados por raios medulares mais estreitos e têem uma lenhificação mais acentuada.

Mas, várias circunstâncias além das já referidas parecem concorrer, com maior ou menor intensidade, para a produção radicular junto dos feixes foliares.

Assim, VAN DER LEK (1925) (Cit. por PRIESTLEY & SWINGLE-1929 e SLEDGE-1930) mostrou que existe uma bem definida correlação entre a produção de raízes e a presença de gomos na estaca da videira. A êsse respeito escreve SLEDGE (1930) a pág. 2: «Van der Lek attributed his results to the downward transmission of hormones liberated from the buds...» e refere a íntima relação que existe entre o crescimento do gomo, a actividade cambial e produção de raízes nas estacas.

Ainda outras causas, de ordem fisiológica, além da presença do gomo, têem sido apontadas como tendo influência nessa diferenciação. Assim, por exemplo, SWINGLE (1926) refere-se à importância da seiva elaborada, COOPER (1938) estuda a influência das fôlhas no fornecimento das substâncias necessárias à diferenciação de primórdios de raízes, etc.

Dêsses vários estudos se infere que serviram os feixes foliares ao transporte de substâncias capazes de provocar ou activar a

diferenciação radicular. Êsses órgãos, independentes em largas extensões, adquiriram grande predominância pela sua função condutora enquanto a actividade foto-sintética das fôlhas teve lugar, e baixaram de importância quando a camada de abcisão se formou. Desta maneira, a sua utilização deixou de corresponder ao seu desenvolvimento.

Parece-nos portanto natural que, quando se verificarem condições favoráveis à diferenciação radicular, sejam êsses tecidos, cuja função foi diminuída com o desenvolvimento da planta, aquêles principalmente utilizados para suporte das novas formações.

CONCLUSÕES

1 — As condições anormais de temperatura e umidade quando da emissão das raízes aéreas foram as mais favoráveis ao desenvolvimento radicular;

2 — A diferenciação teve lugar num período de grande actividade metabólica;

3 — Quando as condições externas se tornaram desfavoráveis ao desenvolvimento radicular, deu-se uma paragem do crescimento das raízes formadas, morrendo seguidamente aquelas que tinham ultrapassado já o córtex;

4 — Aquelas que ficaram mergulhadas nos tecidos da casca, permaneceram nesse estado até ao início do novo período vegetativo, irrompendo nessa altura. Porém, pouco se desenvolveram, em virtude das más condições externas que logo a seguir sobrevieram;

5 — As raízes observadas diferenciaram-se sôbre o câmbio dos raios medulares primários e secundários dos feixes foliares, apropriando-se, se não totalmente, pelo menos em parte do sistema vascular do feixe da fôlha;

6 — A produção de raízes nas estacas-semente e ao longo das estacas normais parece estar também intimamente relacionada com os feixes foliares;

7 — Algumas particularidades da estrutura anatómica dos feixes foliares e da sua actividade fisiológica relacionam-se aparentemente com a diferenciação radicular. Assim:

A) — Na estrutura primária do sistema vascular do sarmento, na região do nó, verifica-se que os raios medulares que separam o feixe foliar dos dois feixes laterais são constituídos por largas faixas de parênquima e que os tecidos liberinos e lenhosos do feixe foliar têem maior desenvolvimento do que aquêles dos feixes laterais;

B) — A estrutura secundária dos feixes foliares, na região do nó, difere da estrutura secundária dos outros feixes do cilindro central, porque:

a) — Os raios medulares primários e secundários dos feixes foliares são bastante mais largos;

b) — Nos tecidos liberinos existe uma grande dispersão de fibras, em contraste com a disposição em camadas tangenciais, contínuas e compactas, dos outros feixes;

c) — O xilema dos feixes foliares apresenta-se muito menos lenhificado;

d) — Junto dêsses feixes encontra-se uma maior quantidade de substâncias de reserva;

C) — Os feixes foliares apresentam-se de uma maneira contínua e independente em largas extensões do meritalo;

D) — Alguns dêsses feixes sofrem grandes curvaturas na sua inflexão para o pecíolo, que devem interessar ao movimento da seiva;

E) — Os feixes foliares tomaram grande desenvolvimento enquanto se verificou a actividade foto-sintética das fôlhas, mas a sua importância fisiológica declinou quando se formou a camada de abcissão;

F) — Pelos estudos de outros autores, pode concluir-se que os feixes foliares serviram ao transporte de substâncias capazes de provocar ou activar a diferenciação de raízes.

Apresentamos os nossos agradecimentos aos colegas: Investigador J. VIEIRA NATIVIDADE, pelo interêsse com que acompanhou o nosso trabalho; FRANCISCO JOSÉ DE ALMEIDA e Engenheiro silvicultor DOMINGOS PEREIRA MACHADO, pelos auxílios prestados.

SUMMARY

It was observed (August 1941) in the region of Alcobaça that some varieties of *Vitis vinifera* L.— as, for instance, *Castelão, Vital, Fernão Pires, Malvazia*, etc., — and one hybrid *V. Berlandieri* × × *V. riparia*, possibly the *420 A*, developed aerial roots.

A study of the anatomy of the aerial roots and of the vascular system of the union between the branches and the leaf was attempted.

The root development took place not only on the branches one, two, three or more years old but even on the trunk. In the cited hybrid a root was found on the base of the cane of the year. The distance to the ground varied between 20 and 80 cm..

The length of the roots ranged from 10 to 20 mm., sometimes from 60 to 70 mm., comming forth along the whole branch but predominantly localized both in the middle and lower part of the knot and ordered in longitudinal series of four, five or more. Only in one observed case, perhaps due to contact with the soil, the roots were ramified attaining a length of 150 mm..

From the evidence obtained it is concluded:

1. The abnormal conditions of temperature and humidity at the time of the breaking out of the aerial roots were the most favourable to the root development;

2. The differentiation took place at a period of great metabolic activity;

3. When environment conditions become unfavourable to root development the growth of the roots formed stoped. Subsequently those which were already out of the cortex, died;

4. The roots which remained enclosed in the tissues of the bark, kept themselves inactive till the beginning of the new vegetative period, comming forth at this time. However its development was very poor due to adverse external conditions;

5. The differentiation of the observed roots took place on the cambium of the medullary rays. They were able to get hold, if not wholly at least partly, of the vascular system of the leaf bundle;

6. The rooting along ordinary cuttings and of the single--eye cuttings seems to be intimately connected with the leaf bundles;

7. Some features both of the anatomic structure and physiological activities of the leaf bundles are apparently related to root differentiation. Thus:

A. In the primary structure of the vascular system in the knot region it is observed that the medullary rays which separate the leaf bundle from the lateral bundles, are made up of broad bands of parenquima and that the tissues of the leaf-bundle are more developed than those of the lateral bundles;

B. The secondary structure of the leaf bundles, in the knot region, is different from the correspondent structure of the other bundles of the central cylinder because:

a. The primary and secondary medullary rays of the leaf--bundles are distinctly wider;

b. In the phloem tissues there exists a great dispersion of the fibres contrasting with the disposition on compact and uninterrupted tangential layers of the other bundles;

c. The xylem of the leaf bundles is much less woody;

d. Near these bundles a greater quantity of reserve substances is found;

C. In large extensions of the stem the leaf-bundles are present in a continuous and independent way;

D. Some of these bundles, in its way to the leaf-stalk, are subject to a strong bending which must influence the movement of the sap;

E. The leaf-bundles developed strongly during the period of photo-synthesis activity of the leaf but its physiological importance fell off at the time of the formation of the abscission layer;

F. From the contributions of other authors it can be concluded that the leaf-bundles were used for the transport of substances capable to start or hasten root differentiation.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILEY, L. H.

1939 *The standard cyclopedia of horticulture.* The Macmillan C.º New York.

BRANDON, D.

1939 Seasonal variations of starch content in the genus Rosa, and their relation to propagation by stem cuttings. *Jour. Pom. Hort. Sc.* **17** (3), 233-253.

CANNON, W. A. and FREE, E. E.

1925 Physiological features of roots with especial reference to the relation of roots to aeration of the soil. *Carnegie Inst. Pub.* **368.**

CARLSON, M. C.

1938 The formation of nodal adventitious roots in *Salix cordata. Amer. Journ. Bot.* **25.** (9), 721-725.

CAVAZZA, D.

1934 *Viticoltura.* Unione Tipografico-Editrice Torinese. Torino.

COOPER, W. C.

1938 Hormones and root formation. *Bot. Gaz.* **99** (3), 599-614.

EAMES, A. J. and MACDANIELS, L. H.

1925 *An introdution to plant anatomy.* McGraw-Hill Book C.º, Inc. New York and London.

HÉDIN, M. L.

1935 L'émission des racines adventives chez la vigne. *C. R. Acad. Agr. Fr.* **21** (22), 867-881.

HEDRICK, U. P.

1938 *Cyclopedia of hardy fruits.* The Macmillan C.º New York.

JEFFREY, E. C.

1930 *The anatomy of woody plants.* The University of Chicago Press. Chicago. Illinois.

MOLON, G.

1906 *Ampelografia.* Ulrico Hoepli. Milano.

MOORE, J. A.

1933 Remarkable aerial roots of a tropical grape vine. *Mo. Bot. Gard. Bull.* **21,** 139-140.

NICOL, H.

1940 *Plant growth-substances.* Leonard Hill Ltd. London.

NIGHTINGALE, G. T.

1935 Effects of temperature on growth, anatomy, and metabolism of Apple and Peach roots. *Bot. Gaz.* **96** (4), 581-639.

PEROLD, A. F.

1927 *A treatise on viticulture.* Macmillan & C.º Ltd. London.

PRIESTLEY, J. H. and SWINGLE, C. F.

1929 Vegetative propagation from standpoint of plant anatomy. *U. S. Dept. Agr. Tech. Bull.* **151,** 1-98.

REID, M. E.

1930 The influence of nutritive conditions of seeds and cuttings upon the development of roots. *Rep. IX Inter. Hort. Cong.*, 165-169. London.

RODRIGUES, A.

1937 Da técnica histológica no Laboratório de Ampelologia do I. S. A. *Agros*. **20** (4-5), 174-181.

1938 *Para o estudo da Ampelologia*. Relatório final. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. Dactilografado.

1941 Variações do recorte da fôlha da Videira. *Agron. Lusitana* **3** (3), 189-193.

1941 Àcêrca do valor taxonómico do número de dentes da fôlha na separação de dois híbridos do género *Vitis* L. *Agron. Lusitana* **3** (4), 325-340.

ROGERS, W. S.

1939 Root studies. VII. A survey of the literature on root growth, with special reference to hardy fruit plants. *Jour. Pom. Hort. Sc.* **17** (1), 67-84.

SIEGLER, E. A. and BOWMAN, J. J.

1939 Anatomical studies of root and shoot primordia in 1-year Apple roots. *Jour. Agr. Res.* **58** (11), 795-803.

SLEDGE, W. A.

1930 The rooting of woody cuttings considered from the standpoint of anatomy. Rep. *Journ. Pom. Hort. Sc.* **8** (1), 1-22.

STOUTEMYER, V. T.

1937 Regeneration in various types of Apple wood. *Agric. Exp. Station Iowa St. Coll. Agric. Res. Bull.* **220,** 307-352.

SWINGLE, C. F.

1925 Burr-knot of Apple trees. *Jour. Heredity* **16** (9), 313-320.

1926 The use of burr-knots in the vegetative propagation of Apple varieties. *Procc. Amer. Soc. Hort. Sc.* **22,** 228-230.

1927 Burrknot formations in relation to the vascular system of the Apple stem. *Journ. Agr. Res.* **34** (6), 533-544.

1929 A physiological study of rooting and callusing in Apple and Willow. *Journ. Agr. Res.* **39** (2), 81-128.

TURNER, L. M.

1934 Anatomy of aerial roots of *Vitis rotundifolia*. *Bot. Gaz.* **96** (2), 367-371.

VAN DER LEK, H. A. A.

1925 Over de wortelvorming van houtige stekken. *Meded. van de Landbouwhoogeschool te Wageningen.* **28** (1), 1-230.

1930 Anatomical structure of woody plants in relation to vegetative propagation. *Rep. IX Inter. Hort. Cong.*, 66-76. London.

LEGENDAS DAS GRAVURAS

Estampa I — Secções transversais de sarmentos em que se formaram raízes aéreas (11 ×).

A — A meio do entre-nó.

B, C e D — Na região do nó.

Estampa II — Secção tangencial de um sarmento, na região do nó, cortando transversalmente três raízes que se diferenciaram sôbre o raio secundário de um feixe foliar (13 ×).

Estampa III — Seriações de cortes transversais no cilindro central do sarmento, na região do nó, focando um feixe foliar.

A — Estrutura primária (100 ×).

B — Estrutura secundária (60 ×).

Estampa IV — Secções transversais na região do nó de um sarmento no segundo ano.

A — Lenho primário de um feixe foliar (esquerda) e de um feixe lateral (direita) (70 ×).

B — Tecidos liberinos de um feixe foliar (esquerda) e de um feixe lateral (direita) (40 ×).

C — Pequena zona incluindo um feixe foliar completo (17 ×).

Estampa V — Estrutura secundária de raízes subterrâneas.

A — *Vitis candicans* Emgelm.

B — *Vitis Californica* Bth.

C — *Vitis riparia grand glabre* (Arnaud).

Estampa VI

A — Aspecto do sistema vascular do sarmento na região do nó. (Material tratado pelo macerante de Shultze) (5 ×).

B — Região nodal de um sarmento (5 ×).

C — Desenho esquemático de uma secção transversal à altura do nó, do sarmento fotografado em B (8 ×).

Estampa VII — Sarmentos que emitiram raízes aéreas.

A — Raízes desenvolvidas num sarmento com um ano de idade (tamanho natural).

B — Detalhe da fotografia anterior (2 ×).

C — Raízes desenvolvidas numa vara do próprio ano (2×).

Estampa VIII

A — Raízes aéreas desenvolvidas sôbre sarmentos com 4 e 5 anos de idade (0,5 ×).

B — Raízes aéreas ramificadas desenvolvidas sôbre uma vara com um ano de idade (0,5 ×).

Estampa IX

A — Sistema radicular de uma estaca-semente (0,5 ×).

B — Sistema radicular de uma estaca normal (0,1 ×).

C — Raiz desenvolvida sôbre a cicatriz foliar de uma estaca-semente (10 ×).

D — Raiz desenvolvida sôbre a cicatriz foliar numa estaca normal (tamanho natural).

ORGANOGENIA DAS FORMAÇÕES RADICÍFERAS DA OLIVEIRA *OLEA EUROPAEA* L.

POR *FRANCISCO JOSÉ DE ALMEIDA*
(ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL)

INTRODUÇÃO

EMBORA a prática de multiplicar a oliveira por meio das excrescências lenhosas que se formam no seu colo e tronco remonte aos primeiros tempos da cultura desta espécie, só muito recentemente (NATIVIDADE, 1940-A) foi pôsto em foco o importante papel de tais formações no renovamento contínuo do sistema radicular da planta.

Essas exostoses, a que os italianos chamam *ovuli* ou *puppole*, os espanhois *zuecas* ou *zuequillas* e que os americanos denominam *knaurs*, foram consideradas pela generalidade dos autores como tumefacções de tecido celular rico em substâncias de reserva, e capazes de, em condições favoráveis, emitirem rebentos e raízes. Mas nada se conhecia quanto à sua evolução e verdadeira natureza.

NATIVIDADE (1940-A), examinando as oliveiras que constituem a faixa olivícola da Serra dos Candieiros, verificou que as protuberâncias existentes nos troncos dessas árvores eram caracterizadas por um acentuado geotropismo positivo; que a constituïção e desenvolvimento das toiças se fazia exclusivamente pelo enraïzamento dos mamilos formados na base do tronco; que (na variedade *Galega*) os entumecimentos apareciam tanto mais cedo e eram tanto mais abundantes quanto maior fôsse o vigor das oliveiras; e que, em condições especiais — revestimento de musgo, por exemplo — os *ovuli* formados sôbre a toiça podiam emitir raízes tìpicamente aéreas.

Ainda, a observação do sistema radicular de árvores espontâneas, adultas, provenientes da variedade *Galega*, demonstrou que não subsistiam vestígios da raiz mestra, notando-se apenas um sistema radicular superficial resultante da radicação dos mamilos existentes sôbre a sapata e base do tronco.

Comunicação apresentada ao Congresso Luso-Espanhol para o Progresso das Ciências. Pôrto - Junho de 1942.

O citado autor, admitindo como provável a existência nos *ovuli* de raízes rudimentares latentes, procedeu ao seu estudo anatómico nas variedades *Galega* e *Verdeal*. Êsse estudo mostrou que o número de raízes diferenciadas era inferior ao existente nas formações congéneres, doutras espécies, e aumentava para os tumores de maior tamanho. As raízes originavam-se na imediata vizinhança do câmbio; não atravessavam a felogene, mas esta, regenerando-se no interior do córtex, podia vir a interceptar a coifa.

Existiam numerosos gomos rudimentares, diferenciados profundamente, junto ao líber. A sua localização era mais comum na zona superior da exostose, ao passo que as raízes se encontravam sobretudo na região inferior. Isto, relacionado com o facto de haver maior actividade cambial na base do mamilo, levou o autor referido a admitir a hipótese de que um estímulo geotrópico de natureza química se transmitisse do vértice da raiz às mais próximas regiões do câmbio.

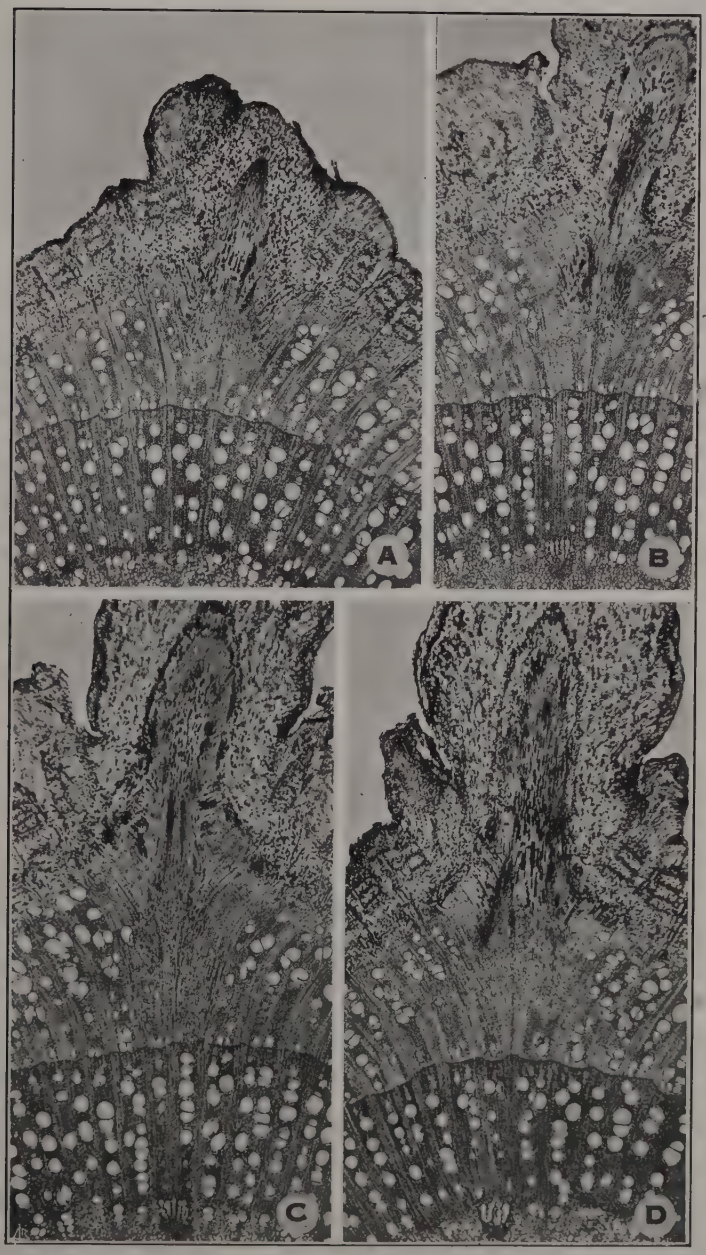
Em trabalho posterior, NATIVIDADE (1940-B) observou oliveiras com seis anos, de variedades italianas enxertadas de garfo sôbre *Zambujo*, e estacas da mesma idade, da variedade *Galega*, verificando que tanto os ramos provenientes das estacas, como aquêles produzidos por garfos, ou resultantes dos próprios porta-enxertos quando atarracados ao nível do solo, originavam na sua base mamilos que, enraïzando, constituiam uma toiça superficial, e nunca o sistema radicular aprumado e profundante preconizado em quási tôda a literatura olivícola.

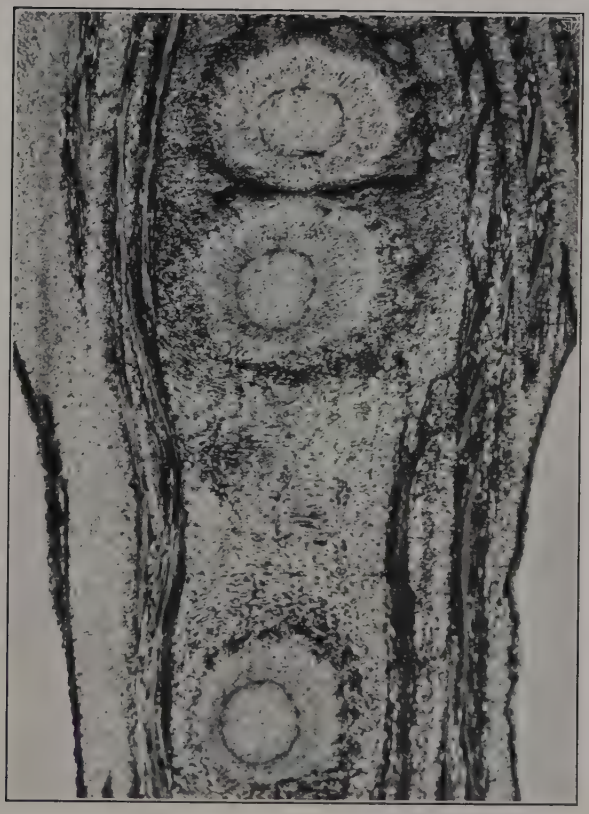
O exame do sistema radicular das oliveiras arrancadas pelo ciclone do último ano (NATIVIDADE, 1941-A) veio confirmar doutrina já estabelecida àcêrca do renovamento das raízes, patenteando a destruïção pela cárie da parte central mais interna da sapata, parte fisiològicamente inactiva.

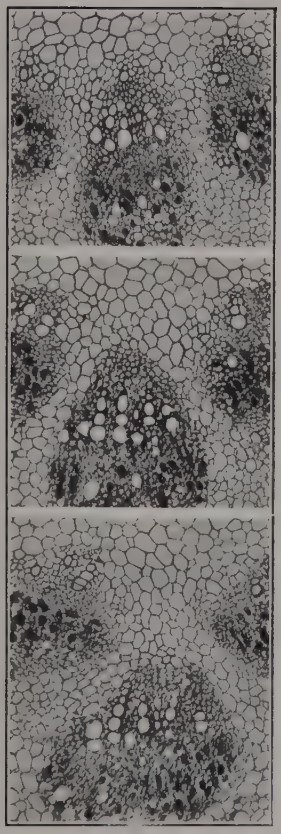
Por último, NATIVIDADE (1941-B) apontou as semelhanças existentes entre o processo de radicação da oliveira e o da alfarrobeira.

O presente trabalho, que é mais uma contribuïção para ajudar a esclarecer o problema do enraïzamento na *O. europaea* L., resultou do facto de havermos notado, nos caules das plantas novas provenientes de semente, pequenos mamilos cuja origem não podia de modo algum atribuir-se a causas patológicas.

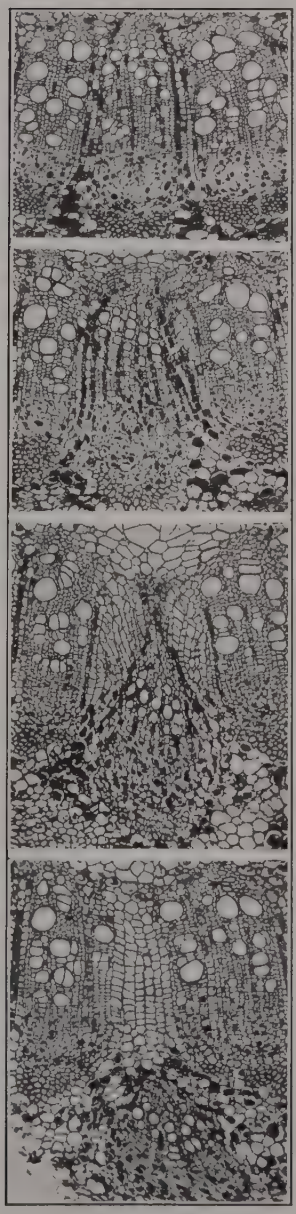
Estabelecida desde logo a analogia de tais formações com


A
B
C
D

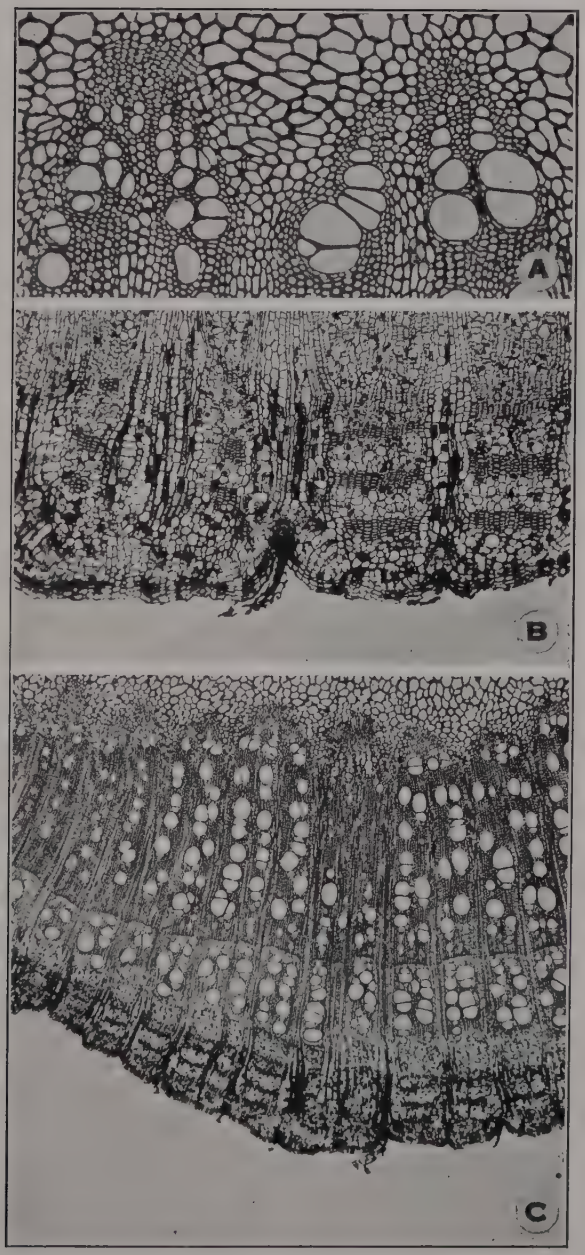


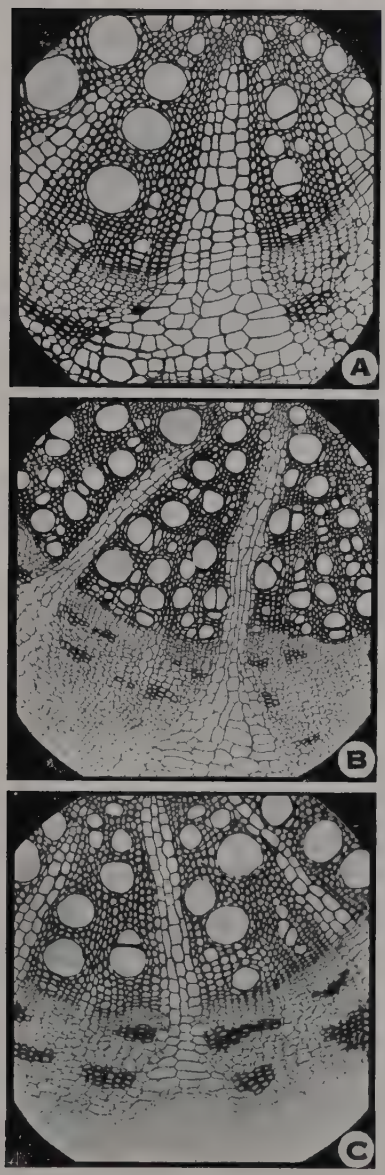


(A)

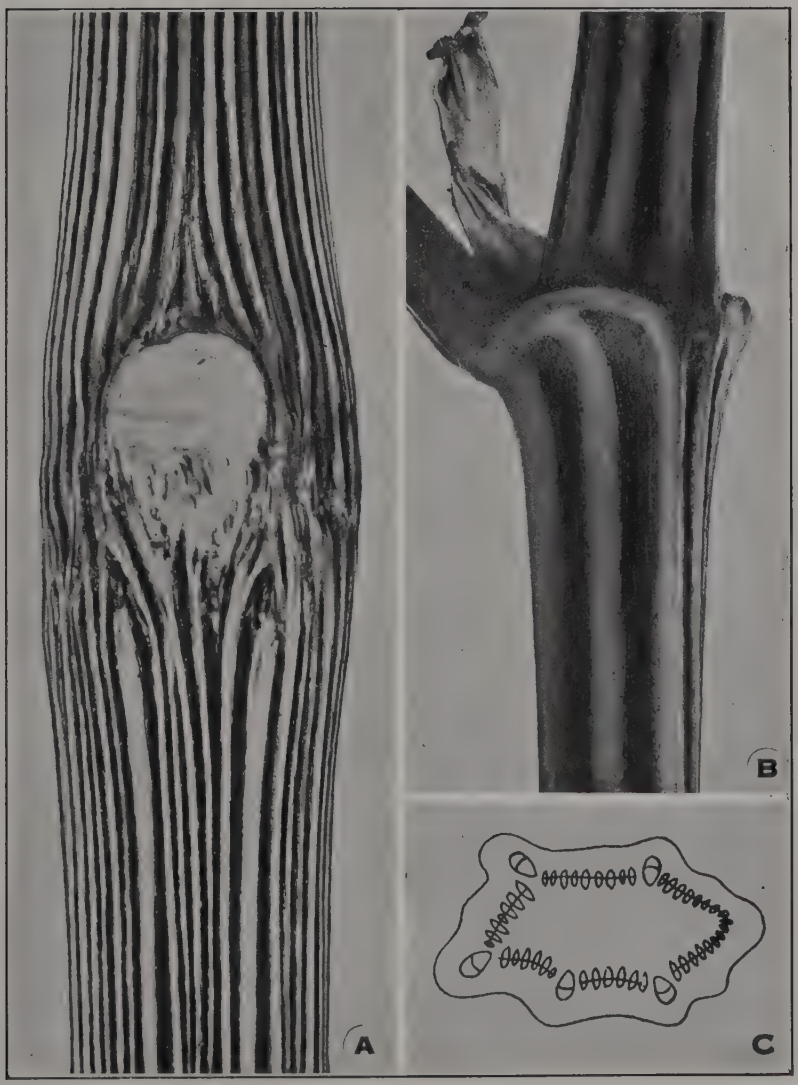


(B)

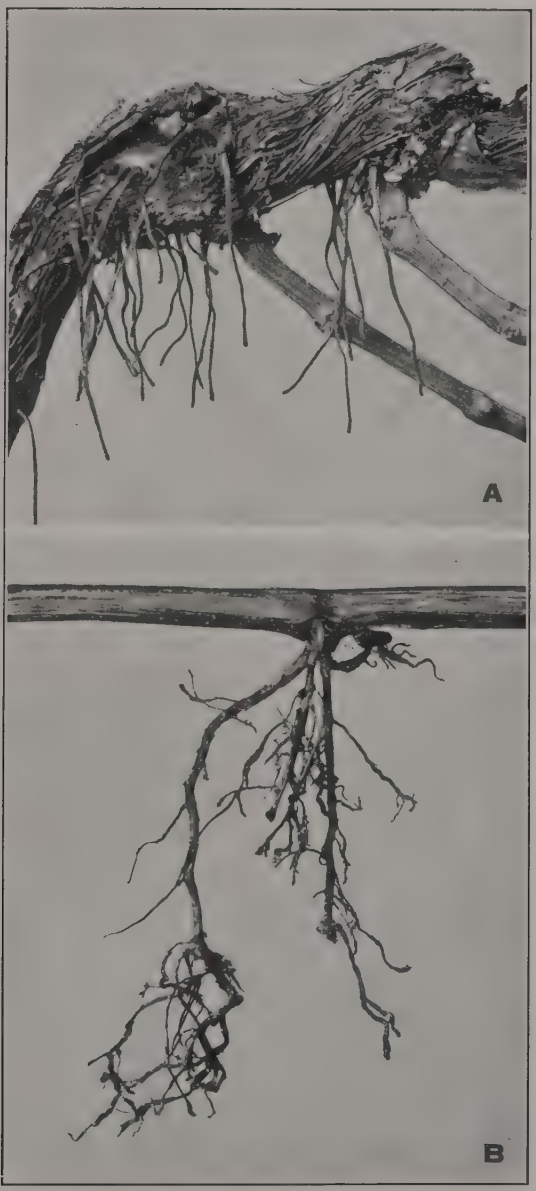

A
B
C

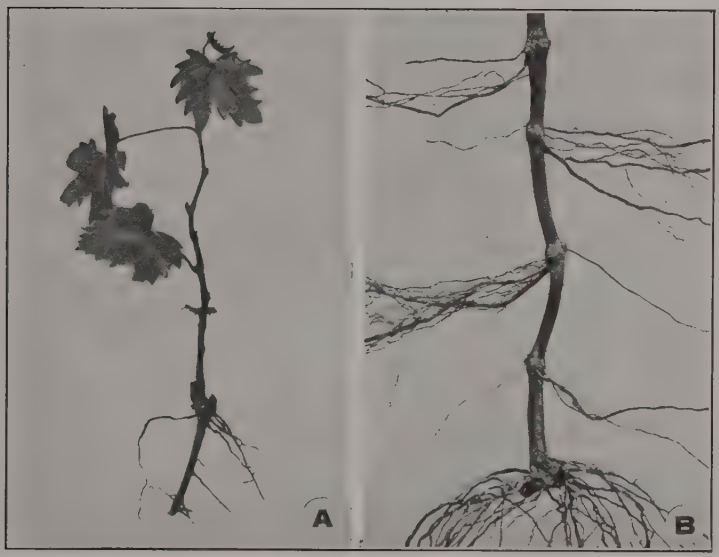


(de RODRIGUES - 1938)


A
B
C

A
B
C


A
B


A
B

C
D

aquelas observadas nos troncos, importava estudar a sua organogenia e capacidade de radicação. Interessava igualmente conhecer qual o comportamento das variedades relativamente à tendência para originar mamilos radicíferos.

Foram êstes, por conseguinte, os objectivos primordiais do nosso estudo.

MATERIAL E TÉCNICA

O material por nós utilizado constou principalmente de plantas de oliveira obtidas de numerosas variedades, por meio de sementeira em caixas contendo areia bem lavada. Mantiveram-se as caixas, cobertas com musgo, permanentemente na estufa, onde eram submetidas a uma rega diária.

Devido à incorporação de detritos do musgo e folhagem caída, a areia foi apresentando um certo enriquecimento em matéria orgânica, mas o seu Ph não sofreu alteração sensível; quando se retiraram as plantas para estudo, a terra das caixas tinha reacção pràticamente neutra.

Nas populações constituídas existiam indivíduos de diversas idades, até 2 anos, porquanto a germinação das sementes teve lugar em várias épocas. Isto permitiu que dispozéssemos para o estudo da ontogenia dos mamilos de material correspondente a diferentes graus de evolução.

Efectuámos também observações nalgumas oliveiras adultas, da variedade *Galega*, vegetando em solo argilo-silicioso profundo.

As características externas e aspecto interno dos caules e mamilos foram observados com o auxílio do microscópio binocular de dissecção.

Para o estudo histológico de estruturas, fixámos material em álcool de 75° contendo 5 % de formol e 5 % de ácido acético, e infiltrámo-lo em parafina ou celoidina, consoante a sua dureza. No segundo caso, fizemos prèviamente a desmineralização pelo ácido fluorídrico a 30 %, durante 20 dias.

A espessura dos cortes variou entre 10 e 15 μ, e usámos sempre a dupla coloração safranina - hematoxilina de Delafield.

Tanto as microfotografias, como as ampliações macrofotográficas foram obtidas com um Citophot Busch.

OBSERVAÇÕES

Morfologia externa dos caules e mamilos. — Quanto ao aspecto externo dos caules nas pequenas plantas de oliveira antes de se constituírem os mamilos, não há a registar particularidades notáveis: os nós fazem ligeira saliência, e nêles se inserem duas fôlhas com disposição oposto-cruzada, cada uma provida de seu gomo axilar normal, pouco aparente, sobretudo nos primeiros nós. Nessas zonas, a secção do ramo mostra maior diâmetro no sentido dos pecíolos das fôlhas. Os pontos de inserção dêstes

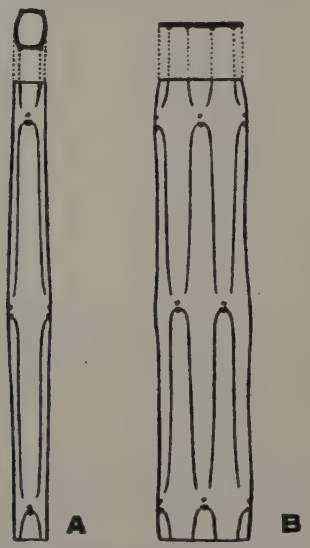


Fig. 1 — Esquema da distribuïção dos pontos de inserção das fôlhas, gomos axilares normais e estrias colenquimatosas num caule de oliveira (tamanho natural).
A — Perfil e secção transversal do ramo.
B — Casca do ramo planificada.

encontram-se ligados entre os diversos nós por estrias colenquimatosas (fig. 1), as quais não têm correspondência interna, nem com feixes de fibras, nem com qualquer sistema de inervação. Constituem tão sòmente um maior espessamento do córtex, diferenciado em colênquima — arranjo êsse de estrutura capaz de garantir maior rigidez e flexibilidade ao caule e aos pecíolos.

No interior das malhas da rêde colenquimatosa encontram-se, dispersamente distribuídas, curtas estrias de idêntica natureza e côr acinzentada que dão um aspecto muito característico aos ramos de oliveira. Êstes possuem forma ligeiramente costada e quadrangular (1), como se mostra na secção transversal representada na figura 1-A. Sôbre a epiderme do ramo observam-se numerosas lentículas salientes.

As formações radicíferas podem originar-se muito cedo nos caules das plantas obtidas de semente. Assim, nas variedades *Zambujo*, *Branca*, *Lentisca*, *Negrão* e *Galega*, principalmente, registámos

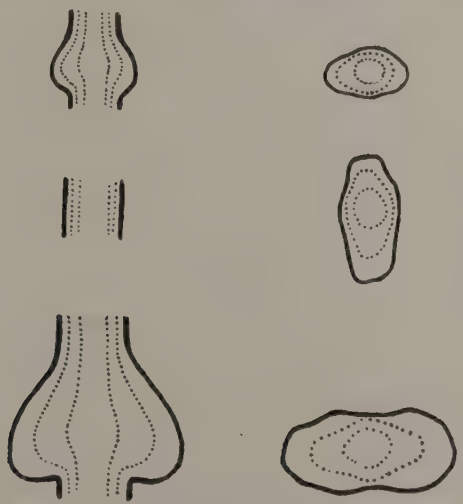


Fig. 2 — Mamilos opostos (tamanho natural).

o seu aparecimento em oliveiras que, nalguns casos, pouco ultrapassavam um ano de idade. No entanto, eram em especial os caules de dois anos que as apresentavam, ou em que elas se tornavam bem aparentes.

(1) Semelhante forma é muito acentuada nos lançamentos do ano, ao passo que se atenua com a idade do ramo, mas as faixas colenquimatosas, distendidas sôbre a superfície da casca, mantêm-se aparentes durante vários anos. Sucede por vezes, principalmente nos ramos ladrões, que em lugar de 4 estrias se encontram 6 ou 8, o que resulta do facto de, nesses ramos, as fôlhas, em vez de serem opostas, se disporem freqüentemente em verticilos de 3 ou de 4, ou alternarem, com divergências de $1/3$ ou $1/4$.

O aspecto observado com mais freqüência corresponde à presença de dois mamilos opostos na região do primeiro nó do caule, em posição idêntica à das fôlhas destacadas. Mas também no segundo e terceiro nós surgem por vezes entumecimentos oposto-cruzados, como as fôlhas, os quais apresentam, em regra, menor desenvolvimento que os da base. Portanto, a tendência para a formação e crescimento dos mamilos é máxima no primeiro nó, decrescendo para os seguintes.

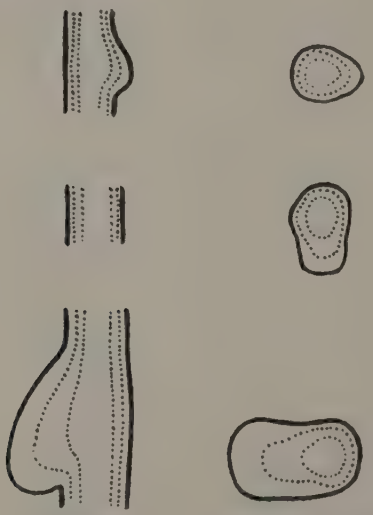


Fig. 3 — Mamilos alternos (tamanho natural).

O aspecto referido está representado no esquema da fig. 2, em que se vêem as secções longitudinais e transversais do bôjo nos três primeiros nós de um caule de oliveira com três anos de idade.

Existe por vezes acentuada diferença de tamanho entre os mamilos opostos localizados na base do caule, ou até se desenvolve apenas um, de um lado, mas continua a verificar-se a redução no volume de tais excrescências para os nós superiores, e, no caso da disposição ímpar, esta mantém-se geralmente alterna-cruzada (fig. 3).

Morfologia interna dos mamilos e sua evolução. — Ao estudar, na oliveira, a estrutura anatómica de ramos, pecíolos e fôlhas (ALMEIDA, 1939), verificámos que o caule, cujo cilindro central é do

tipo contínuo — não possuindo, por conseguinte, feixes líbero-lenhosos individualizados — apresenta, na estrutura primária, um forte anel de fibras pericíclicas esclerenquimatosas, que, nessa primeira e curta fase, contribui para a rigidez do ramo talvez mais do que o próprio lenho. Mas as fibras tendem a dispersar-se pelo córtex à medida que o eixo engrossa.

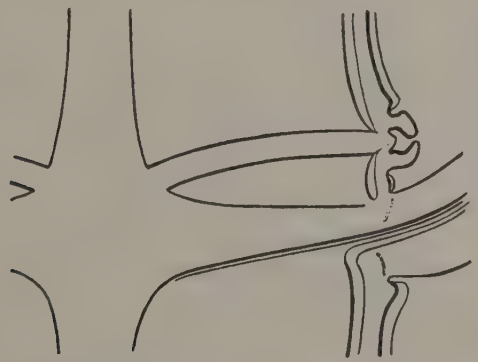


Fig. 4 — Esquema da localização do feixe da fôlha e feixe do gomo axilar normal num dos nós do caule. ×16.

Nas zonas dos nós, a medula tem menor desenvolvimento no plano normal aos pecíolos, alargando bastante, pelo contrário, no sentido daqueles, para cada um dos quais segue um único feixe de inervação. Êsse feixe, derivado do cilindro central pouco abaixo do ponto de inserção do pecíolo, apresenta, quando visto em corte transversal, a forma de um crescente, com a concavidade voltada para cima, onde se encontra a medula; o lenho disposto em linhas radiais separadas por estreitos raios medulares lenhificados; o líber na região dorsal, e, externamente a êle, grupos dispersos de fibras esclerenquimatosas.

Existem no caule numerosos raios medulares, constituídos por poucas fiadas de células, geralmente não mais de três, na sua maior espessura. Pelas figuras 9, 12 e 13, onde os raios da medula se encontram cortados segundo o comprimento, pode avaliar-se da sua estreiteza; e as figuras 7, 8 e 15-B, em que êles foram seccionados tangencialmente, patenteiam a sua reduzida altura.

O feixe da fôlha, através do *gap* aberto no cilindro central do

ramo, é especialmente demarcado pelo lenho primário (fig. 4), inflectido para fora em forma de goteira recurvada.

Na base do pecíolo existe uma zona de abcisão (indicada na figura a ponteado) onde se forma a camada separatória que ocasiona a queda da fôlha. Acima do feixe foliar, encontra-se, a partir da medula central do ramo, o feixe do gomo axilar normal (fig. 4), um tanto encurvado e quási só constituído por tecido parenquimatoso, pois as formações periféricas líbero-lenhosas mostram-se muito reduzidas.

As primeiras fases do desenvolvimento do mamilo são caracterizadas pela diferenciação de gomos adventícios superficiais, em em volta do gomo normal, geralmente após ter-se verificado a queda da fôlha (fig. 6). Esta formação de gomos junto da assentada súbero-felodérmica foi observada por SIMON (1908) (Cit. PRIESTLEY & SWINGLE-1929), nos tecidos cicatriciais produzidos na extremidade de estacas de *Populus*. Sempre que uma felogene se encontra diferenciada — diz aquêle autor — é na sua vizinhança que os gomos se constituem. Também NATIVIDADE (1940) admitiu a possibilidade de que nos ramos novos de oliveira os gomos surgissem superficialmente.

Com o desenvolvimento da excrescência, o traço da fôlha vem a ficar todo incluído no lenho, em virtude do avanço centrífugo do câmbio, e da sua proliferação lateral, que recobre o espaço situado no prolongamento do feixe foliar. Nalguns casos em que a fôlha persistiu bastante tempo, o seu traço fica marcado na parte saliente do mamilo (fig. 8). Porém, com o crescimento dêste, é ultrapassado.

Aos gomos adventícios correspondem feixes diferenciados nas células de natureza medular, as quais entumecem e se dividem, semelhantemente ao que foi observado por SIEGLER & BOWMAN (1939) em gomos originados no córtex das raízes da maceira: «Activity in a small group of ray cells near the periphery is accompanied by divisions in the posterior regions of the ray frequently extending into the xylem.» (Pág. 802).

Os feixes dos gomos adventícios vão entroncar mais ou menos brevemente no feixe do gomo primitivo (fig. 5), e, nos mamilos novos dos caules, a sua divergência, como a dos raios medulares, é muito menor no plano horizontal (fig. 9), que no vertical (fig 5).

A forma como a exostose se desenvolve está patente nas

figuras 2, 3 e 5, onde se representou a ponteado as posições atingidas pelo câmbio ao fim de cada ano de idade do ramo. Na figura 5, é aparente, no decurso de 4 anos, o sentido geotrópico do crescimento da exostose, com a formação de uma parte basilar mais bojuda; e, nas figuras 2 e 3, as secções transversais dão ideia da forma como, horizontalmente, o bôjo das entumecências

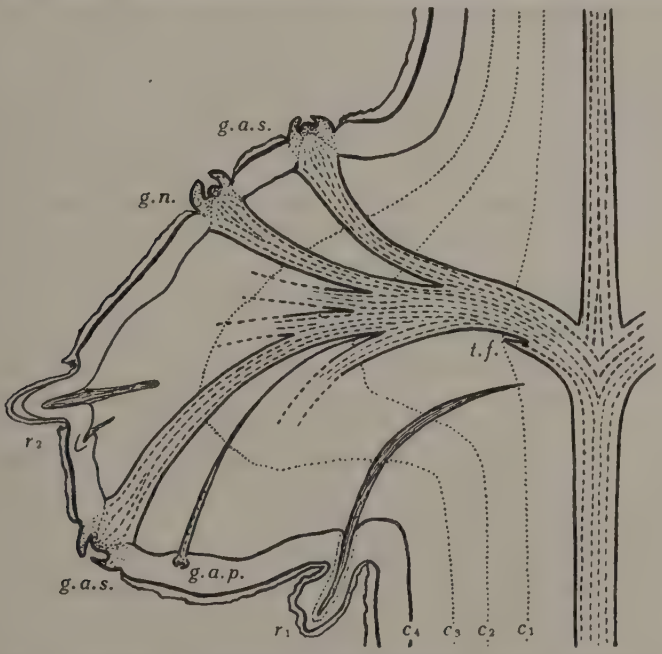


Fig. 5 — Mamilo do primeiro nó, num caule de 4 anos, mostrando a evolução longitudinal da forma. × 5.

c1, *c2*, *c3*, *c4* — Posições ocupadas pelo câmbio no fim do 1.º, 2.º, 3.º e 4.º anos de idade do ramo.
g. n. — Gomo normal.
g. a. s. — Gomos adventícios superficiais.
g. a. p. — Gomo adventício profundo.
r1 — Raiz diferenciada no 1.º ano.
r2 — Raízes diferenciadas no 4.º ano.
t. f. — Traço da fôlha.

se desenvolveu, de maneira a atingir, para o primeiro nó, já no terceiro ano, uma espessura quási igual à do ramo.

Como se vê nas figuras 2, 3 e 5, a actividade cambial nos

mamilos é muito intensa quanto à produção de lenho, de que se constituem camadas anuais excepcionalmente espêssas, em comparação com aquelas formadas no cilindro central, nas zonas inferior e superior à excrescência.

Não se trata simplesmente de um hiper-funcionamento do câmbio, antes se verifica um verdadeiro desvio da sua actividade a favor da produção lenhosa, pois a espessura das camadas liberinas não é maior, e, até, nos pontos em que a assentada geradora forma saliente, ela se torna, pelo contrário, mais reduzida.

Em parte, essa redução deve-se ao facto de, ao avanço do câmbio, corresponder um aumento de área cambial que é função do raio de curvatura da superfície, no ponto considerado. Assim, o progressivo afastamento das assentadas liberinas já constituídas — relativamente ao eixo do ramo — obriga a uma distensão dos elementos, ao contrário do que sucede no lenho, que, por se formar centriptamente, constitui desde logo camadas definitivas, independentes do crescimento ulterior. Também a felogene produzida, ou, duma maneira geral, o ritidoma, tende a distender-se com o crescimento da exostose.

Referimo-nos à sub-ramificação dos feixes dos gomos normais para aquêles posteriormente diferenciados sôbre a saliência cambial, na vizinhança da assentada geradora externa. Porém, à medida que o mamilo se desenvolve, constituem-se gomos de origem mais profunda (fig. 5 - *g. a. p.*), tais como NATIVIDADE (1940) observou nas exostoses dos troncos. Tornam-se então raros os gomos de formação superficial, mas os outros podem aflorar também à superfície, por deslocamento dos tecidos do córtex em sua frente, os quais ficam isolados em virtude de uma periderme que se diferencia (NATIVIDADE, 1940 - fig. 12 - B).

Em geral, os gomos formados permanecem no estado latente, e só dão origem a rebentos quando existe uma causa ou estímulo especial. Nos caules, o próprio gomo axilar é externamente, na casca, muitas vezes quási imperceptível.

Em virtude do processo de evolução do mamilo, quanto maior desenvolvimento êste mostrar mais superiormente se encontra o breve traço da fôlha (fig. 5 - *t. f.*), acima do qual têm origem os diversos feixes.

Alguns dos mamilos caulinares mais desenvolvidos observados apresentavam no córtex pequenos *sphaeroplasts*.

Formação de raízes nos mamilos. — Nas excrescências lenhosas examinadas verificámos o aparecimento de raízes rudimentares (fig. 10). A diferenciação do meristema radicular tem lugar sôbre o câmbio, que passa a constituir uma saliência cujo avanço vai deixando, através do xilema, pela orientação radial do lenho produzido, um feixe em que a pequena medula central é a continuação do raio medular sôbre que se originou. Esta forte diferenciação lenhosa das raízes, tão bem marcada desde o ponto e momento em que tiveram a sua origem (figs. 5, 7, 10, 12, 15-A e 15-B), contrasta com a dos feixes dos gomos dormentes, muito ligeira e periférica. Êsses feixes são essencialmente constituídos por tecido de natureza medular (figs. 8, 9 e 12), e só uma ocasional evolução do gomo em ramo acentua o desenvolvimento líbero-lenhoso, a partir do procâmbio que envolve as células parenquimatosas centrais.

Os *root-germs* observados na espécie *Pirus malus* e em várias espécies pertencentes aos géneros *Salix, Ribes, Populus*, etc., por SWINGLE (1926, 1927), VAN DER LEK (1930) e outros, também não acusam produções de lenho e líber.

As raízes originadas nos mamilos começam a apresentar a estrutura normal, com a diferenciação do córtex e melhor delimitação da coifa. Se existir um estímulo favorável ao enraïzamento, elas continuam a crescer, comprimindo fortemente as células corticais do mamilo contra a assentada súbero-felodérmica, que arrastam na sua frente, como observámos em mamilos do tronco (fig. 18). Então, podem dar-se roturas no ritidoma e felogene, mas uma periderme se diferencia, de maneira a manter a continuïdade da parte tornada saliente, da referida camada, com a que recobre a restante superfície do mamilo (fig. 19).

Sucede em geral, porém, que a formação suberosa, de reduzida espessura, não é suficiente para defender a raiz da ardência dos raios solares, que a dessecam e destroem. Tal acção mostra-se ainda mais rápida e intensa quando aquela vem pouco protegida por se ter destacado o ritidoma, ou — no caso de raízes formadas nos caules — não haver ainda grande actividade do câmbio súbero-felodérmico (figs. 7, 12 e 13).

Não é raro encontrar-se na base dos mamilos formados nos caules das plantas de oliveira, junto do ramo, uma pequena raiz

cujo desenvolvimento foi simultâneo com o da exostose. Algumas vezes, essa raiz apresenta-se externamente como excrescência de tecido (figs. 5 e 11), dentro da qual se pode localizar a coifa, aquém da assentada súbero-felodérmica; outras vezes mostra o aspecto externo mais típico da raiz (fig. 21). Se as condições são favoráveis (contacto com a terra, etc.) ela radica e ramifica-se com enorme facilidade (figs. 22 e 23).

Raízes caulinares típicas. — Quando as plantas se encontram em condições especiais de calor e umidade, como aquelas observadas, as raízes podem ainda constituir-se antes de haver aparente desenvolvimento de mamilos. Elas formam-se então, em geral, ao lado da cicatriz da fôlha, umas vezes um pouco abaixo (fig. 14-A), ou ao lado do gomo normal (fig. 12), ou lateralmente mais acima dêle (fig. 7). Num caso, observámos uma raiz sôbre o mamilo e outra a irromper ao lado dêste (fig. 14-B).

Não é raro encontrarem-se duas raízes, uma de cada lado da cicatriz da fôlha, seja um pouco abaixo dela (fig. 14-A), seja acima (figs. 13 e 25-A).

Ainda por vezes se registam outras localizações, como por exemplo, por cima do gomo normal, que fica fortemente comprimido entre a raiz e a cicatriz da fôlha; ou bastante abaixo daquela cicatriz.

Não observámos particularidades anatómicas no cilindro central que obstassem à formação de raízes fora das zonas nodais. Os elementos pericíclicos que, na estrutura primária, formavam um revestimento contínuo, ficam, com o engrossamento do caule, absolutamente dissociados, e não podem impedir a diferenciação de estruturas.

As raízes originam-se principalmente sôbre os raios medulares arqueados, que partem da zona mais estreita e alongada da medula (figs. 12 e 13)—aquela junto aos feixes foliar e do gomo (figs. 4 e 6).

No entanto, em certos casos, elas surgem sôbre os raios medulares rectilíneos correspondentes ao plano perpendicular ao dos feixes das fôlhas opostas (fig. 14-C), ou seja entre os dois mamilos do par. E pode ainda a sua localização ser em nível bastante inferior ao das excrescências, como se vê no caule representado na figura 23.

Radicação de estacas. — A tendência para a emissão de raízes nas proximidades dos nós evidenciou-se também em estacas herbáceas de oliveira (lançamentos do ano) que haviamos submetido à acção de hormonas de crescimento (ácido α-naftaleno-acético) (fig. 26). Após a radicação, verificou-se a morte da parte mais profunda da estaca, situada abaixo das últimas raízes. Vem a propósito referir que o desenvolvimento ulterior do sistema radicular se fez em boas condições (fig. 27).

Também observámos a formação de raízes em estacas não sujeitas a tratamento especial, com cêrca de 12 cm. de comprimento, e pertencentes a caules em cuja base existiam mamilos ou raízes, mas cortadas acima dessas formações. A radicação tinha lugar nos nós, principalmente no inferior, e a percentagem de pegamentos mostrou-se maior nas estacas provenientes da parte mais baixa do ramo do que naquelas retiradas de nível superior.

Nas estacas lenhosas, as raízes surgem sôbre os entumecimentos constituídos.

DISCUSSÃO

Condições anatómicas e fisiológicas. — Não existe, na oliveira, quer ao longo dos ramos, quer nos mamilos, impedimento à formação de raízes por parte das fibras pericíclicas, que se encontram dispersas. Doutro modo, na videira, em que há diversos feixes líbero-lenhosos distintos, e nestes se constituem grupos compactos de fibras liberinas, as raízes só foram observadas sôbre os raios medulares inter-fasciculares, ou sôbre aquêles que se encontram nos feixes onde existe dispersão das fibras (RODRIGUES-1942). E, enquanto que na oliveira, os raios medulares, muito numerosos, são constituídos por poucas fiadas de células, portanto pouco espessos e de reduzida altura, não podendo normalmente corresponder a mais de uma raiz, já na videira, por exemplo, onde se encontram dispostos em faixas longitudinais, podem originar filas de raízes.

Nos caules de oliveira, as raízes surgem mais vulgarmente sôbre os raios medulares curvos, que partem da medula, junto ao feixe da fôlha ou do gomo. Mas isto, que representará, em última análise, uma influência fisiológica, parece não ter fundamental importância, pois existem outras localizações, como sejam, acima do

gomo normal, ou sôbre os raios rectilíneos, no plano perpendicular ao dos feixes das fôlhas opostas, ou abaixo do feixe foliar. Em caso algum registámos o aparecimento de raízes sôbre a cicatriz da fôlha, ao contrário do que pode verificar-se na videira.

Tem-se observado em diversas espécies que as zonas nodais são aquelas mais apropriadas para a diferenciação radicular, atribuindo-se o facto à presença dos *gaps* das fôlhas e ramos, pela maior abundância de tecidos parenquimatosos. VAN DER LEK (1930) escreve a êste propósito (pág. 72): «It is certainly not accidental that we find the «root-germs» (in the nodest) always closely connected with these gaps, which are, so to speak, the radial thoroughfares in the nodal structure». Mas já no *Ribes nigrum*, ainda segundo o mesmo autor, a produção das raízes é tìpicamente inter-nodal; e, na videira, podem elas surgir, como se disse, em filas longitudinais no entrenó.

A localização mais comum das raízes nos caules da oliveira concorda bastante com aquela apontada por BEIJERINK (1887), conforme referem PRIESTLEY e SWINGLE (1929) a pág. 67: «... when root initials are present or can be induced experimentally, they are usually distributed around a leaf insertion, sometimes in the leaf axil, but more frequently to either side of it and a little below it».

No entanto, a possibilidade de uma diversa situação das raízes nas zonas nodais dos caules da oliveira, e a sua fácil diferenciação sôbre o câmbio dos mamilos, parecem indicar que elas são induzidas mais por razões fisiológicas que pròpriamente pelas particularidades anatómicas, se bem que estas últimas possam influir naquelas.

A formação dos mamilos nos caules novos está mais relacionada com a estrutura anatómica, da qual, por sua vez, resultam condições fisiológicas particulares. Assim, é o fenómeno da diferenciação de gomos adventícios superficiais junto do gomo normal que, muito provàvelmente, estimula a actividade do câmbio, levando-o a constituir a excrescência. Esta produção de gomos adventícios junto do gomo normal foi estudada por SANDT (1925), o qual designou tais gomos por «Beicnospen» (Cit. PRIESTLEY & SWINGLE -1929); e pode verificar-se em várias plantas, como escrevem os citados autores (pág. 28), baseando-se no trabalho de SANDT: «... in many plants, as a regular thing, other buds may be organised in

series near the first buds, either above or below them, or in the flanks».

Mas tal fenómeno não se observou na maceira, embora muitas variedades da espécie *Pirus malus* tenham, como a oliveira, a faculdade de produzir excrescências nos troncos.

STOUTEMYER (1937), no seu trabalho sôbre a regeneração lenhosa na maceira, diz (pág. 330): «The only instance in which adventitious buds were found on the trunks of orchard trees was in conjunction with sphaeroplasts on the bark of Virginia Crab trees»; e (pág. 336): «No other types of adventitious buds were found on stems of mature apple trees. This substantiates the observation of Chandler regarding their rarity in apple trees».

Não é portanto essencial, para a formação das excrescências, a diferenciação dos gomos adventícios, pois a maceira sòmente os apresenta nos *sphaeroplasts*, e, no entanto, constitui *burr-knots*, mas a diferenciação e desenvolvimento dos novos gomos não pode deixar de estar relaccionada com a actividade cambial, que por sua vez parece iniciar-se em resultado do entumecimento e evolução dos gomos preexistentes, conforme é aceite por vários investigadores e defendido por SLEDGE (1930).

O desenvolvimento dos mamilos do caule nas plantas de oliveira dever-se-á então, de princípio, à evolução dos gomos e grande entumecimento e ramificação medulares, mas, à medida que as excrescências aumentam de volume passam a comportar-se como órgãos retardadores do movimento da seiva elaborada. Tal facto deve contribuir para o ulterior crescimento da exostose, e, juntamente com a maior brandura da produção lenhosa nas excrescências, em virtude da rapidez do seu crescimento, e particular tendência das fiadas radiais de células — sobretudo no plano vertical — para divergirem umas das outras, indubitàvelmente favorece a diferenciação de estruturas: gomos profundos, localizados na região pericíclica: raízes, sôbre a superfície cambial.

A época mais apropriada para a diferenciação radicular, quer nos mamilos, quer nos eixos, é a primaveril-estival, por ser nela também que o câmbio se encontra em maior actividade.

As observações que fizemos a propósito das exostoses constituídas nos caules de oliveira e a interpretação que apresentamos para o fenómeno patenteiam, sob vários aspectos, analogias entre aquelas formações e os *burr-knots* das maceiras, consoante se

conclui dos estudos de SWINGLE (1926), RIKER & HILDEBRAND (1934) e RIKER (1936).

O primeiro dêstes autores acentua que os *knots* se encontram muito freqüentemente na vizinhança dos gomos e nas bases dos ramos, onde parece ser interferido o movimento descendente das reservas elaboradas; que êles estão em estreita relação com os raios medulares, o *leaf trace* e o *branch trace* do gomo; e, ainda, que êstes raios e traços fornecem um caminho fácil para a translocação dos açúcares e substâncias de reserva, entre as zonas exteriores, do caule, e as regiões do xilema e medula próprias para a condução de água e armazenamento das reservas, facto que SWINGLE entende poder explicar a localização dos primórdios de raízes.

RIKER & HILDEBRAND (1934), ao efectuarem um estudo sôbre as excrescências de natureza patológica infecciosa em maceiras no viveiro [*hairy root* e *crown gall*, causadas respectivamente por Phytomonas *rhizogenes* RIKER et al. e *Bacterium tumefaciens* (SMITH and TOWN)] provocaram também, em certo número de plantas, para comparação, desenvolvimentos anormais de tecidos, restringindo para isso os pequenos troncos por meio de um arame apertado, ou efectuando incisões com a navalha. A hipertrofia resultante era sobretudo aparente no primeiro caso, onde, após 8 semanas, já se constituíra à volta do caule uma saliência de 7 mm..

Do mesmo modo, a restrição da corrente descendente, de reservas elaboradas, nos enxertos de gomo, em maceiras, pode ocasionar a formação de *graft-knots*, conforme é referido por RIKER (1936).

Como se vê, têm os *cones radicíferos* da maceira (Designação de NATIVIDADE-1935) muitas afinidades com os mamilos do caule das oliveiras, mas existe entre ambas as formações certo número de dissemelhanças: nos cones radicíferos, a superfície exterior torna-se bastante mais irregular, em virtude da saída de numerosas raízes; a excrescência é muito menos saliente, e a sua extensão aumenta a ponto de circundar completamente o ramo.

Nos troncos e ramos idosos da oliveira, condições anatómico-fisiológicas influem grandemente na constituïção das exostoses, havendo no entanto, quanto a localização, independência relativamente à estrutura inicial do ramo. Só assim se compreende que sôbre as *cordas* — excrescências longitudinais dos troncos abran-

gendo limitados sectores do câmbio — possam com tanta freqüência surgir mamilos. E a reactivação cambial naquelas zonas é de ordem puramente fisiológica — muitas vezes, a correspondência de um ramo vigoroso; outras, porventura, a de uma raiz mais activa, ou ainda a concordância entre um ramo e uma raiz.

Por conseqüência, a designação de *nós*, dada aos mamilos da oliveira — designação que corresponde ao sentido botânico da palavra, quando se consideram caules ou ramos novos — não tem significado ontogénico preciso no caso dos entumecimentos radicíferos dos troncos e ramos idosos.

O uso daquele têrmo não se generalizou modernamente. No entanto, MIRANDA & PUERTA (1924), que observaram a formação de raízes nas grandes tanchoeiras muito usadas na Andaluzia (estacas com 2 m. de comprimento e 8 a 10 cm. de diâmetro) chamam *nós* aos entumecimentos:

«... por quedar mucha parte enterrada, se originam varios pisos o zonas de raices (una en cada nudo)...»

Uma das mais notáveis características dos mamilos formados nos caules ou nos troncos das oliveiras é o geotropismo positivo que começam a manifestar a partir de certa fase do seu desenvolvimento. NATIVIDADE (1940) admitiu a hipótese de que o estímulo geotrópico fôsse de natureza química e conferido ao câmbio pelos primórdios de raízes existentes na parte inferior da exostose.

Além da acção trópica, responsável pela forma das excrescências, têm grande interêsse certas condições de polaridade, que interferem no fenómeno da produção radicular e se encontram relacionadas com a presença e movimento das substâncias indutoras do crescimento. Assim, verificámos nos caules das plantas de semente que a facilidade de formação de mamilos e raízes era muito maior na parte basilar (1), e que as estacas retiradas de mais baixo nível do caule eram as que apresentavam maior percentagem de pegamentos.

Estas observações estão de acôrdo com as de PODLUZHNII (1940) e de MORETTINI (1941), os quais obtiveram maior percentagem de estacas herbáceas radicadas quando elas provinham da parte basilar do ramo.

(1) É interessante notar que em estacas de lançamentos de *Salix cordata* as raízes só se formam acima do 3.º ou 4.º nós (CARLSON-1938).

A polaridade de distribuïção das raízes adventícias é normalmente considerada como inversa da dos gomos adventícios (PRIESTLEY & SWINGLE-1929). No entanto, nos caules de oliveira, a polaridade de localização de tais raízes identifica-se com a dos mamilos — e a formação dêstes encontra-se, de início, intimamente relacionada com a diferenciação e actividade dos gomos. Deve notar-se, todavia, que os gomos constituídos permanecem, a maior parte das vezes, sem dar origem a lançamentos, e, até, o próprio gomo normal se torna menos aparente sôbre a superfície da casca.

A explicação dos fenómenos de polaridade foi apresentada com a teoria das substâncias de formação (PRIESTLEY & SWINGLE-1929, PRIESTLEY-1931) mas, conhecimentos mais modernos vieram aumentar a complexidade do problema.

Dos estudos de COOPER (1935, 1936 e 1938), principalmente, ressalta a importância das fôlhas na diferenciação das raízes, pela elaboração da rizocalina, hormona cujo movimento se faz, pelo líber, no sentido descendente. WENT (1939) considera possível separar duas fases, quando se promove, pela acção do ácido indol-acético, a formação de raízes nas estacas: primeiramente, a redistribuïção da rizocalina no interior do eixo; depois, a reactivação, pelo ácido indol-acético, ou substâncias similares, da rizocalina acumulada.

Por outro lado, SKOOG (1938) averiguou que altas concentrações de substâncias de crescimento podiam ser absorvidas pelas raízes e actuar directamente sôbre os tecidos da parte aérea, favorecendo o crescimento, e as fracas concentrações daquelas substâncias, não sendo absorvidas para a parte aérea, podiam actuar indirectamente através de uma influência nas raízes.

Conhecida a possibilidade de se efectuarem no líber movimentos ascendentes das substâncias minerais absorvidas (CURTIS-1937), não é impossível que as *phytaminas* (Termin. de NICOL-1940) captadas pelas raízes, ou hormonas nelas originadas, se desloquem por essa forma ao longo do caule e venham induzir, sôbre o câmbio, a diferenciação do meristema radicular, de preferência na região do primeiro nó. Êste nó é a zona de actividade cambial onde se constituem os primeiros mamilos dos caules da oliveira e onde provàvelmente se encontram acumuladas hormonas produzidas pelas fôlhas, hormonas de cuja reactivação dependerá o aparecimento das raízes.

Factores mesológicos. — Determinados factores externos, tais como fertilidade do solo, umidade, calor e arejamento, podem ter marcada influência na produção de raízes e mamilos.

Assim, nas terras férteis e frescas, as oliveiras apresentam mais elevada tendência para constituir mamilos radicíferos (NATIVIDADE 1940-B). Da mesma forma, nos caules das plantas que mantivemos na estufa, a constante umidade e temperatura elevada favoreceram o hiper-desenvolvimento dos nós e a diferenciação radicular.

Ainda, a excepcional umidade e temperatura relativamente elevada, verificadas na primavera e verão do último ano, determinaram a diferenciação e crescimento de raízes nos mamilos dos troncos de árvores adultas, em diversos locais que visitámos — tal como se mostra na pequena exostose indicada pela seta na fig. 16 e reproduzida, em maior tamanho, na fig. 17. Porém, logo que surge um período quente e sêco mais prolongado, essas raízes, insuficientemente protegidas pelo súber de que a actividade felogénica as reveste, acabam por morrer.

O arejamento é também um dos factores de acentuada influência na diferenciação e desenvolvimento radiculares. Esta necessidade de oxigénio varia muito com as espécies e está dependente ainda da temperatura — SWINGLE, 1929. Assim, verificou o citado autor, em estacas de maceira, que, elevando-se a percentagem de oxigénio, no meio, de 10 para 50, se obtinha melhor resultado na radicação, e a temperatura óptima para o fenómeno passava de 17° para 32°.

Também os estudos de NIGHTINGALE (1935) provaram que nos tecidos do câmbio e extremo da raiz a elevação de temperatura ocasionava um decréscimo de Ph, facto que era aparentemente associado com maior intensidade respiratória e conseqüente acumulação de CO_2.

Na oliveira, a acção do oxigénio é de grande importância, a avaliar pela forma como esta árvore reage à compacidade e excessiva umidade dos terrenos, desenvolvendo as suas raízes apenas superficialmente, e renovando-as pela radicação dos mamilos da toiça, ao que corresponde a atrofia e morte das raízes velhas, inferiores. Já nos solos de rocha fendilhada, onde o arejamento é bastante facilitado, as raízes podem profundar mais.

A acção benéfica do oxigénio atmosférico no enraïzamento

das estacas de oliveira ressalta da indicação de PODLUZHNII (1940) para que se utilize areia bem arejada, e da importância atribuída por STCHERBAKOFF (1940) à boa ventilação da estufa.

E os ensaios de radicação efectuados por CURTIS (1918) (Cit. SWINGLE-1929, HÉDIN-1935) em estacas de *Ligustrum*—género muito afim do *Oleae*, e cujo xilema não apresenta organização estrutural assás diversa, como se deduz das observações de SAX & ABBE (1932) — confirmam aquela acção.

Admite-se duma maneira geral que o ar, passando através dos tecidos, favoreça a diferenciação das raízes. PRIESTLEY & SWINGLE (1929) mantêm a opinião de que o oxigénio pode chegar às células meristemáticas pelos espaços intercelulares do córtex, e VAN DER LEK (1930) diz que no *Ribes nigrum* os raios medulares largos e os *root-germs* estão geralmente situados em frente das lenticulas, o que se explica pela «interchange of gases, or ventilation of the wood, which is made possible by the ray, traversing the intercellular spaces» (VAN DER LEK-1930, pág. 70).

Ora, surgindo as estruturas radiculares, na oliveira, sôbre o câmbio dos mamilos, nas zonas em que êle forma saliência, zonas onde é menor a espessura do córtex, parece ser de facto a mais fácil penetração do ar, que entra na *casca* pelas lenticulas, uma das causas determinantes de semelhante formação. Já nas *cordas*, cuja natureza tem tanto de comum com os mamilos mas onde os tecidos extra-cambiais são consideràvelmente mais espessos, o menor arejamento daí resultante, aliado ao facto de ser então nula, no plano vertical, a divergência das fiadas radiais de células, poderá explicar a dificuldade maior que existe de se constituírem raízes.

Com efeito, em igualdade de condições, as *cordas* têm muito menor aptidão que os mamilos para diferenciarem estruturas radiculares, pois, nestes últimos, observámos com freqüência raízes salientes da casca, ao passo que sôbre a superfície das primeiras não encontrámos uma única, sequer.

Quando enterradas, porém, as *cordas* enraïzam com certa facilidade.

Factores genéticos. — O baixo grau de germinação verificado em quási tôdas as variedades de oliveira e a dificuldade de classificar os mamilos — dada a existência de uma gradação de formas, desde aquelas de dimensões quási imperceptíveis, até às mais

desenvolvidas — não permitiram que se fizesse uma análise estatística rigorosa, mas constatámos que as plantas com tendência para constituir mamilos e raízes no caule se encontravam quási tôdas na segregação de certas variedades, nomeadamente *Zambujo, Branca, Lentisca, Negrão* e *Galega*. Alguns dêsses indivíduos denotavam muito particular aptidão para originarem as referidas formações.

Diferenças de comportamento das variedades de oliveira, na radicação, foram observadas por DELUPIS (1941) em estacas herbáceas tratadas por hormonas de crescimento. Assim, escreve o citado autor (pág. 309): «Tra le varietà sperimentate soltanto due, e precisamente le varietà denominate «Toccolana» e «Carbognolla» hanno reagito in modo più sensibile.»

E RZHEVKIN (1940), que ensaïou a propagação da oliveira por meio de estacas herbáceas mantidas em estufa, refere que as diferenças varietais parecem ter tido alguma influência.

Quanto à aptidão das diversas variedades de oliveira para constituírem exostoses, pouca referência se faz na literatura da especialidade (1), mas já a formação de *burr-knots* nas maceiras foi a êsse respeito estudada por SWINGLE (1925), que a registou em 132 variedades e 48 formas culturais. Êste investigador considerou a idade de formação das excrescências como uma característica varietal, cuja amplitude de variação ia desde 2 anos (variedades *Buckskin* e *Jersey Sweet*) até 25 (*McIntosh*). Nas diferentes formas de oliveira cultivadas, a idade em que surgem as exostoses nos troncos depende muito, como vimos, das condições mesológicas e estado fisiológico das árvores, mas também se mostra dependente das características individuais.

Dissemos atrás que o desenvolvimento de mamilos e cordas é consideràvelmente mais intenso nas oliveiras que vegetam em terrenos frescos, fundos e férteis — como se se tratasse de uma reacção a essas condições. Então, poderá inferir-se que as plantas ou variedades nas quais se manifesta de forma mais rápida e intensa a faculdade de produzir exostoses — quando vegetam em solos úmidos e férteis — serão aquelas que possuem maior capaci-

(1) BIOLETTI (1898) (Cit. WILSON-1935) refere que a variedade *Sevillano* apresenta grandes excrescências, enquanto que a variedade *Mission* tem a casca geralmente lisa. NATIVIDADE (1940) considerou a produção de mamilos principalmente nas variedades *Galega* e *Verdeal*.

dade de resistência às condições inversas, quere dizer, aos solos delgados, secos e pobres.

Êste facto, no entanto, deverá ser confirmado por ensaios experimentais. Todavia, as importantes experiências de FRANCOLINI (1934), embora feitas com uma finalidade diversa — que era a de comparar a multiplicação da oliveira por *ovulo* com a propagação por meio de plantas de semente, depois enxertadas — constituem já uma prova da boa adaptação das plantas de *ovulo* aos terrenos secos e pobres. Assim, o referido autor, em face dos resultados obtidos nos ensaios de tal método de propagação diz (pág. 50):

«... credo quindi che debbano applicarsi in tutte quelle regioni a clima arido e semi-arido, ed in quelle località dove l'olivo è costretto a vivere in terreni impervii, rocciosi, ghiaiosi e con soprassuolo di lieve spessore.....»

e ainda que:

«...il prof. Vivenza nel consigliare agli agricoltori della Tripolitania la riproduzione per *ovuli* asserisce:

«Certamente la piantagione degli olivi o meglio di piantine sviluppate in vivaio da *ovuli* ed ancora attaccate all'ovulo è quella che dà maggiore garanzia di attecchimento».

Pode objectar-se que as plantas enxertadas estão, por êsse facto, em condições de inferioridade, mas as experiências foram realizadas com oliveiras apresentando idêntico desenvolvimento (3 a 4 cm. de diâmetro do tronco a 1 m. do solo); e, aquelas provenientes de semente, mostravam, ainda, maior e mais vigorosa expansão radicular.

Se é natural que a enxertia retarde o crescimento, a falta de adaptação imediata não deverá, no entanto, dever-se-lhe exclusivamente. Diferenças de constituïção individuais hão-de ter certamente importante influência.

Para FRANCOLINI (1934), a resistência e a facilidade de pegamento das plantas de *ovulo* nos solos secos deve-se à umidade e substâncias de reserva que o *ovulo* inicialmente contém e àquelas que pode armazenar.

Concordando em parte com a sua interpretação, atribuímos até certo ponto as diferenças de comportamento à constituïção genética dos indivíduos: uns, resultantes de sementeira, e, portanto, segregações em que as características de adaptação são muito

diversas; outros, retirados de indivíduos possuindo elevada tendência para formar exostoses, e, por conseguinte, mantendo constantes os caracteres.

É possível que os factores genéticos que determinam o fenotipo mamilos radicíferos nos caules se encontrem associados ao menor afinamento cultural, pois a análise da F_1 das castas e formas culturais por nós observadas mostrou que as mais rústicas e de fruto mais reduzido foram aquelas em que se manifestou inicialmente a formação de mamilos.

Das relatadas experiências de FRANCOLINI se conclui também, pelo menos, sôbre a rusticidade das plantas de *ovulo*.

Não queremos dizer com isto, evidentemente, que nas oliveiras adultas das melhores variedades cultivadas não possam constituir-se as exostoses.

O facto do carácter mamilos radicíferos se revelar tão cedo nas plantas segregadas simplifica muito, a êste respeito, o trabalho de melhoramento, mas é necessário para isso submeter tôdas as plantas a uma uniformidade absoluta de condições mesológicas. É possível, assim, efectuar uma selecção relativamente à tendência para constituir formações radicíferas muito antes que outras qualidades a considerar possam ser devidamente avaliadas.

CONCLUSÕES

1 — Nos caules das pequenas plantas de oliveira obtidas de semente podem produzir-se excrescências de natureza não patológico-infecciosa, equivalentes aos mamilos dos troncos das oliveiras adultas.

2 — Os dois fenómenos *formação de mamilos* e *diferenciação de raízes adventícias* encontram-se intimamente relacionados. Assim:

nas plantas novas, os mamilos têm origem nas zonas nodais, junto da inserção das fôlhas, e as raízes caulinares formam-se normalmente na mesma região;

tanto para as raízes, como para os mamilos, a freqüência, precocidade e intensidade de desenvolvimento diminuem do nó basilar para os nós superiores;

nos mamilos dos caules, diferenciam-se, desde muito cedo, primórdios de raízes;

nos troncos e ramos idosos, as raízes constituem-se quási exclusivamente sôbre o câmbio dos mamilos formados.

E, por conseguinte:

a elevada tendência para a formação de mamilos pode considerar-se como sinónima de boa faculdade de radicação.

3 — O início de desenvolvimento dos mamilos caracteriza-se pela diferenciação de gomos adventícios, em volta do gomo normal, na vizinhança da assentada súbero-felodérmica.

4 — Verifica-se, nas excrescências, um verdadeiro desvio da actividade do câmbio, que passa a produzir camadas de lenho excepcionalmente espêssas. A espessura das camadas liberinas torna-se mais reduzida do que o normal.

5 — Os mamilos originados nos caules das oliveiras apresentam, no ponto de vista fisiológico e quanto à localização, grande semelhança com os *burr-knots* das maceiras. Denotam porém, relativamente a êstes, sensíveis diferenças morfológicas.

6 — As raízes caulinares típicas surgem, na maioria dos casos, ao lado da cicatriz da fôlha, ou ao lado do gomo normal, tendo origem, então, sôbre os raios medulares curvos, cujo início corresponde à zona da medula adjacente ao feixe da fôlha ou do gomo.

7 — As condições fisiológicas influem de modo considerável na formação dos mamilos, e, subseqüentemente, na produção de raízes adventícias.

8 — Quanto aos factores mesológicos, mostram-se também de grande importância, sobretudo a umidade e a temperatura. No que respeita ao oxigénio, crê-se que, nos mamilos, a sua mais fácil penetração até ao câmbio, pela reduzida espessura de tecidos a atravessar, seja uma das causas que favorecem a diferenciação das raízes.

9 — A tendência para a formação de mamilos radicíferos nas primeiras fases de desenvolvimento da planta manifestou-se mais

acentuadamente em certas variedades *(Zambujo, Branca, Lentisca, Negrão* e *Galega).*

10 — O carácter considerado pode ser de interêsse na selecção de pés mãis especialmente aptos à propagação por meio de estaca e mergulhia, e constitui, possìvelmente, um sintoma de boa adaptação à secura e baixa fertilidade dos solos.

* * *

Agradecemos ao Investigador da Estação Agronómica Nacional J. Vieira Natividade todo o interêsse que manifestou por êste nosso estudo, e ao Colega Acúrcio Rodrigues o auxílio prestado nos trabalhos microfotográficos.

SUMMARY

Characteristics and evolution of the root-bearing swellings. — In the stems of the young olive trees (1 or 2 years old) may appear non-pathological excrescences of the same nature as that of the root-bearing swellings found in the trunks of the old trees.

They can be observed in most cases as two opposite over-growths placed on the first node of the stem, in the place of the fallen leaves. Such over-growths can occasionally be observed on the 2nd and 3rd nodes in a crosswise manner like the leaves; as a rule these over-growths do not attain the same development as those of the base.

Sometimes the opposite excrescences at the base of the stem exhibit a marked difference in size. Rarely only one may develop, and in this case the upper over-growths arrange themselves in an alternate disposition.

The first stages of the swelling development are characterized by differentiation of superficial adventitious buds round the typical axillary bud, usually after the fall of the leaf. The bundles of these buds are derived as branches from the bundle of the original bud.

The cambial activity in the over-growths is caracterized by the production of very thick wood layers. On the other hand the liber layers become thinner than usual, owing to the lateral pressure caused by the centrifugal progress of the cambium. Soon buds of

inner development arise in the neighbourhood of the pericyclic region.

Also in the early stages of the excrescences root primordia are originated in the immediate neighbourhood of the cambium.

It was found that the growing out of the differentiated roots in the swelling of old trees caused ruptures in the phellogene, but in this case a new periderme of inner origin may differentiate thus ensuring the continuity between the phellogene of the excrescences and that of the root. Usually the protection afforded by the cork is not sufficient to prevent the root from the action of the sun rays, which cause their death.

Typical stem roots. — Under special conditions of heat and humidity roots may grow in stems of young plants kept in greenhouse before the evident development of swellings. Usually they arise at the side and a little bellow the leaf scar, or at the side and above the original bud. As a rule the roots are originated upon the curved medullary rays which in their turn come from the narrower and elongated portion of the pith.

Rooting of cuttings. — Cuttings of about 12 cm. long, from stems one and two years old bearing swellings were disposed for rooting in boxes in the greenhouse. Rooting occurred chiefly at the nodes, specially the lower one. Cuttings from the lower portion of the stems exhibited a higher rooting percentage than those from the upper portion.

Factors governing the production of excrescences and roots. — The physiological conditions play a great role on the formation of swellings, and consequently on the production of adventitious roots. With regard to the physiological aspect and locating swellings grown on the stems of the olive-trees bear a great resemblance to the *burr-knots* of the apple trees, although morphological differences can be detected.

The mesological factors are very important chiefly heat and humidity. The reduced thickness of the tissues outside the cambium in the excrescences favours an easy penetration of oxygen up to the cambium. It is supposed that this may be one of the causes bringing about the formation of roots in the swellings.

Certain varieties as *Zambujo, Branca, Lentisca, Negrão* and *Galega,* show a stronger tendency for the production of swellings in their descendency in the first stages of growth of the plants. The stem-swelling character may be taken into account as regards the selection of mother-plants more fitted for propagation by cuttings and layerage, and it seems to mean good adaptation to both dryness and low fertility of soils.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. J. de

1939 *Relatório de Tirocínio do Curso de Engenheiro-agrónomo*. I. S. A. Dactilografado.

BEIJERINCK, M. W.

1887 Beobachtungen und Betrachtungen über Wurzelknospen und Nebenwurzeln. *Verhandel. K. Akad. Wetensch. Amsterdam* **25**, 146 p.

BIOLETTI, F. T.

1898 The Olive Knot. *California Agric. Exp. Sta. Bul.* **120**: 1-11.

CARLSON, M. C.

1938 The formation of nodal adventitious roots in *Salix cordata*. *Amer. Journ. Bot.* **25** (9): 721-25.

COOPER, W. C.

1935 Hormones in relation to root formation on stem cuttings. *Plant Physiol.* **10**: 789-94.

1936 Transport of root-forming hormone in woody cuttings. *Plant Physiol.* **11**: 779-93.

1938 Hormones and root formation. *Bot. Gaz.* **99** (3): 599-614.

CURTIS, O. F.

1918 Stimulation of root growth in cuttings by treatment with chemical compounds. *N. Y. Cornell Agr. Expt. Sta. Mem.* **14**: 71-138.

1937 The translocation of mineral elements in plants. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sc.* **34**: 222-3.

DELUPIS, S. D. Di

1941 Sull'impiego delle sostanze rizogene nella propagazione agamica dell' olivo. *L'Olivicoltore* **18** (10): 308-10.

FRANCOLINI, F.

1934 Contributo allo studio sulla moltiplicazione degli olivi. *L'Italia Agricola* **71** (1): 39-50.

HÉDIN, M. L.

1935 L'émission des racines adventives chez la vigne. *C. R. Acad. Agric. France* **21** (22): 867-81.

MIRANDA, D. J. y PUERTA, F.

1924 Cultivo del olivo; mejores procedimientos de labores de las tierras; poda y cuidado del cultivo; plantación por estacas, garrotes, etc. *VII Congr. Intern. Oleic. Sevilla:* 126-38. Madrid 1926.

MORETTINI, A.

1941 La radicazione delle talee di olivo e l'impiego delle sostanze rizogene. *L'Olivicoltore* **18** (6): 171-9.

NATIVIDADE, J. V.

1935 Os cones radicíferos nos ramos de algumas castas portuguesas de maceiras e o seu emprêgo na propagação vegetativa. *Agros* **17**, (2.ª série) (1): 19-33.

1940-A Sôbre a existência de raízes aéreas latentes na oliveira (*Olea europaea* L.) e os novos aspectos do problema da propagação vegetativa. *Agron. Lusitana* **2** (1): 25-73.

1940-B Os mamilos radicíferos da oliveira (*Olea europaea* L.) *Agron. Lusitana* **2** (2): 169-79.

1941-A Nota sôbre o sistema radicular da oliveira. *Agron. Lusitana* **3** (1): 15-24.

1941-B O significado ecológico e fisiológico do sistema radicular aéreo da oliveira (*Olea europaea* L.) e da alfarrobeira (*Ceratonia siliqua* L.) *Agron. Lusitana* **3** (2): 85-91.

NICOL, H.

1940 *Plant growth-substances.* Leonard Hill Ltd. London.

NIGHTINGALE, G. T.

1935 Effects of temperature on growth, anatomy, and metabolism of apple and peach roots. *Bot. Gaz.*, **96** (4): 581-639.

PODLUZHNII, D. F.

1940 Propagation of the olive tree by cuttings. *Soviet Subtropics* **11-12**: 41-3. Ref. *Hort. Abst.* **11** (4) — 1340.

PRIESTLEY, J. H.

1931 Vegetative propagation from the standpoint of plant anatomy. *IX th Intern. Hort. Cong.*: 61-5. London.

PRIESTLEY, J. H. and SWINGLE, C. F.

1929 Vegetative propagation from the standpoint of plant anatomy. *U. S. Dep. Agr. Tech. Bull.* **151**: 1-98.

RIKER, A. J.

1936 Recent developments in control of graft knots on nursery apple trees. *Journ. econ. Ent.* **29**: 956-60. Ref. *Hort. Abst.* **7** (2) — 336.

RIKER, A. J. and HILDEBRAND, E. M.

1934 Seasonal development of hairy root crown gall, and wound overgrowth on apple trees in the nursery. *Journ. Agric. Res.* **48** (10): 887-912.

RODRIGUES, A.

1942 Raízes aéreas na *Vitis vinifera* L. A publicar em *Agron. Lusitana* **4** (1).

RZHEVKIN, A. A.

1940 The Vegetative reproduction of the olive. *Soviet Subtropics* **11-12**: 37-9. Ref. *Hort. Abst.* **11** (4) — 1339.

SANDT, W.

1925 Zur Kenntnis der Beiknospen. *Bot. Abhandl, Heft* **7**, 160 p.

SAX, K. and ABBE, E. C.

1932 Chromosome numbers and the anatomy of the secondari xylem in the Oleaceae. *Journ. Arnold Arboretum* **13**: 37-48.

SIEGLER, E. A. and BOWMAN, J. J.

1939 Anatomical studies of root and shoot primordia in 1-year apple roots. *Journ. Agr. Res.* **58** (11): 795-803.

SIMON, S.

1908 Experimentelle Untersuchungen über die Differenzierungsvorgänge im Callusgeweber von Holzgewachsen. *Jahrb. Wiss. Bot.* **45**: 351-478.

SKOOG, F.

1938 Absorption and translocation of auxin. *Amer. Journ. Bot.* **25**: 361-72.

SLEDGE, W. A.

1930 The rooting of woody cuttings considered from the standpoint of anatomy. *Repr. Journ. Pomol. Hort. Sc.* **8** (1): 1-22.

STCHERBAKOFF, A. N.

1940 On the vegetative propagation of olives. *Soviet Subtropics* **9**: 36-8. Ref. *Hort. Abst.* **11** (3) — 893.

STOUTEMYER, V. T.

1937 Regeneration in various types of apple wood. *Agric. Exp. Sta. Iowa State Coll. Agric.-Res. Bull.* **220**: 307-52.

SWINGLE, C. F.

1925 Burr-knot of apple trees. *Journ. Heredity* **16** (9): 313-20.

1926 The use of burr-knots in the vegetative propagation of apple varieties. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sc.* **22**: 228-30.

1927 Burr-knot formations in relation to the vascular system of the apple stem. *Journ. Agric. Res.* **34** (6): 533-44.

1929 A physiological study of rooting and callusing in apple and Willow. *Journ. Agric. Res.* **39** (2): 81-128.

VAN DER LEK, H. A. A.

1930 Anatomical structure of woody plants in relation to vegetative propagation. *Report IX Intern. Hort. Cong.*: 66-76. London.

WENT, F. W.

1939 The dual effect of auxin on root-formation. *Amer. Journ. Bot.* **26**: 24-9.

WILSON, E. E.

1935 The olive knot disease: its inception development, and control. *Hilgardia* **9** (4): 233-64.

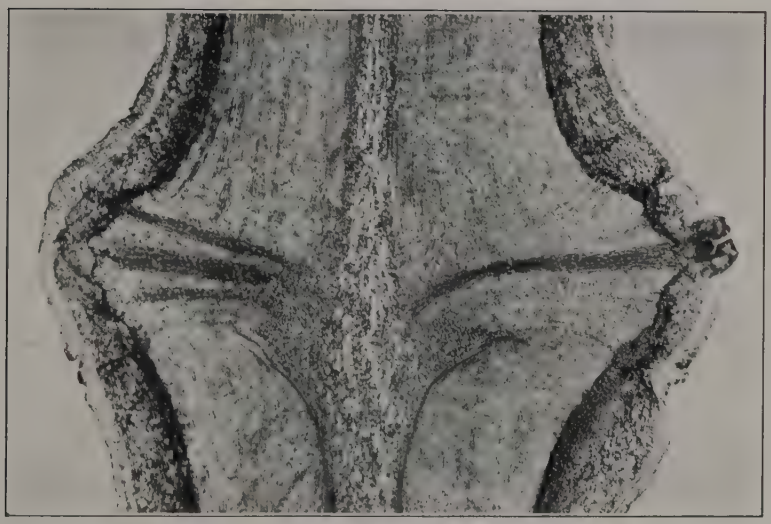


Fig. 6 — Início da formação dos mamilos, vendo-se vários feixes de gomos e o alargamento medular que se orientava para as fôlhas. × 16.

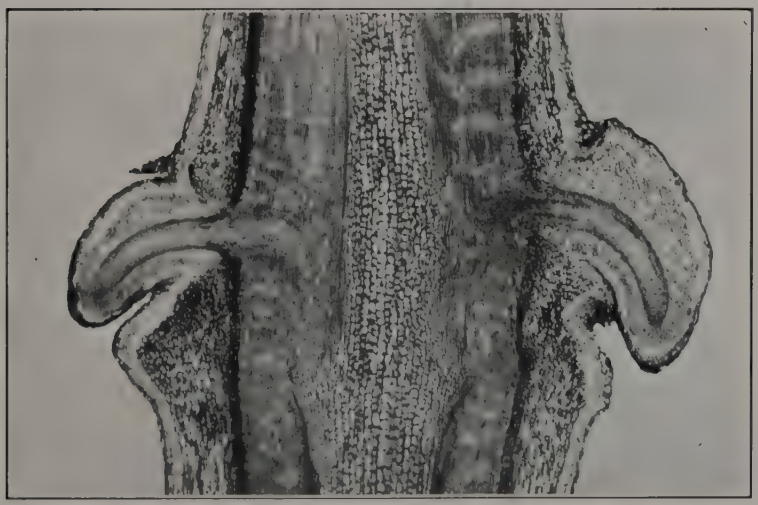


Fig. 7 — Formação de raízes acima e um pouco ao lado das cicatrizes das fôlhas, ainda antes de haver aparente desenvolvimento de mamilos. × 25.

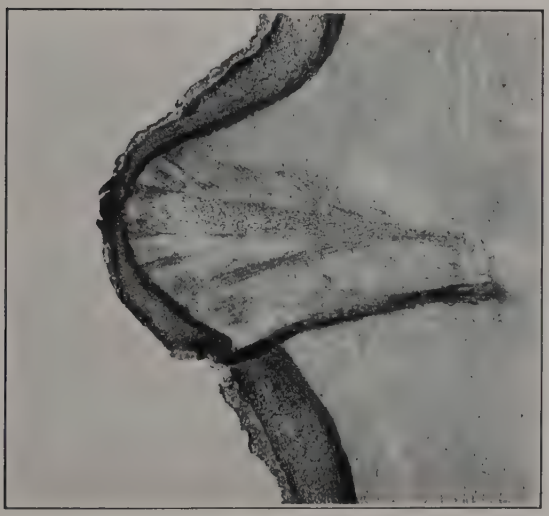


Fig. 8 — Corte longitudinal de um mamilo, vendo-se o traço da fôlha e o feixe do gomo normal. × 12.

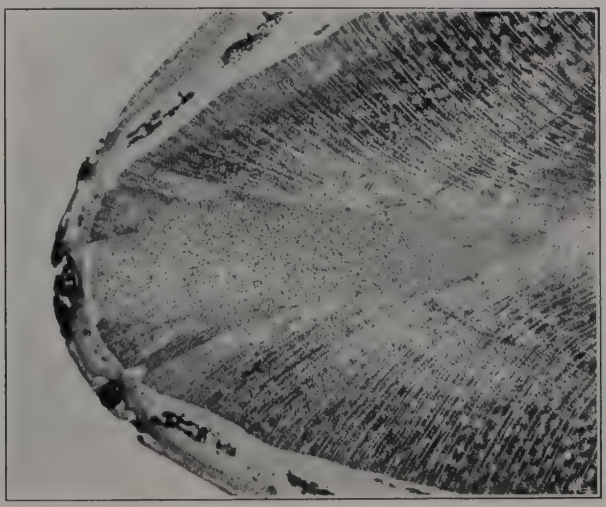


Fig. 9 — Corte transversal de um mamilo mais desenvolvido, mostrando ramificações laterais do feixe do gomo normal. × 12.

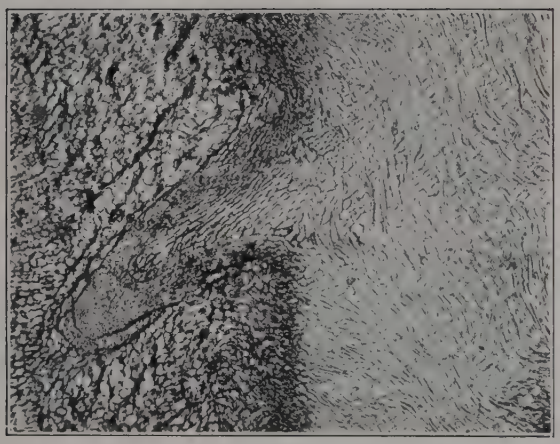


Fig. 10 — Rudimento de raíz num mamilo novo. A coifa ainda não atingiu a assentada súbero-felodérmica. × 60.

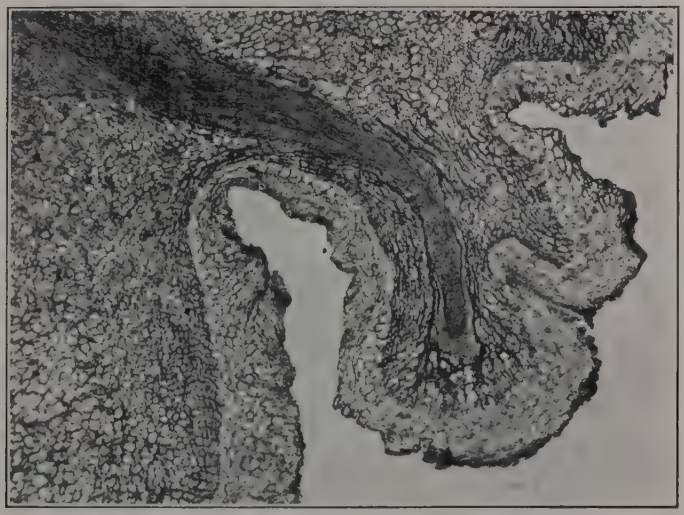


Fig. 11 — Raíz na base de um mamilo, originada simultâneamente com êle. × 35.

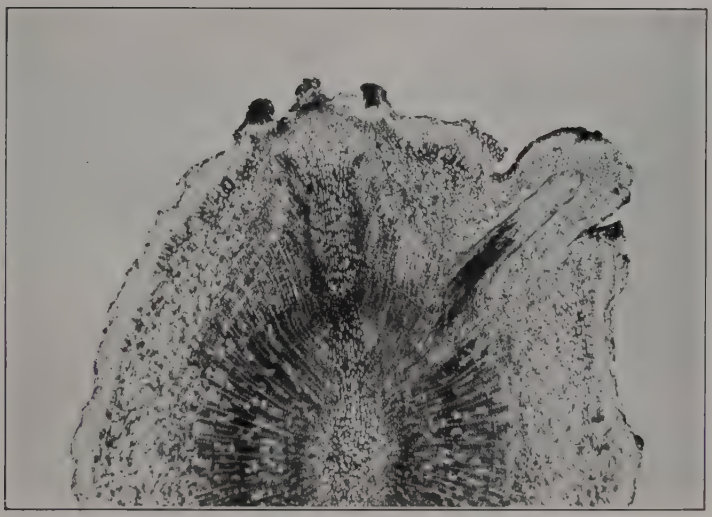


Fig. 12 — Secção transversal de um caule, na região do nó, mostrando o feixe de um gomo axilar normal e uma raíz formada ao lado dêste. × 20.

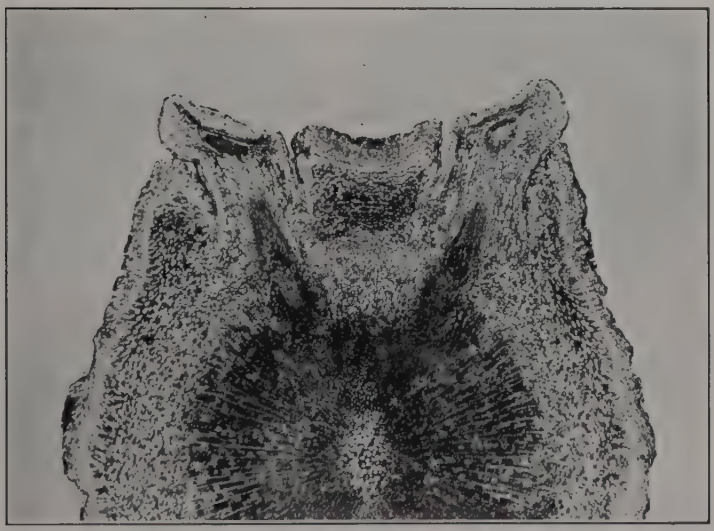
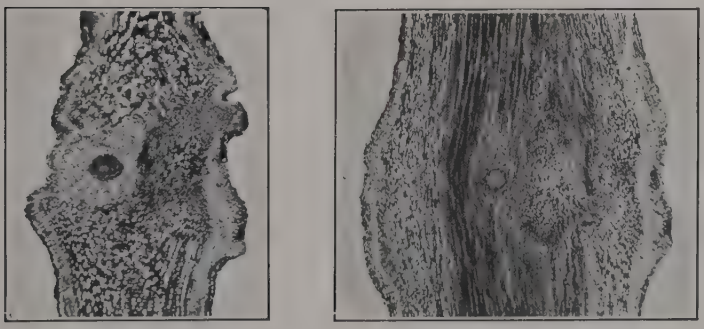


Fig. 13 — Secção transversal do caule reproduzido na Fig. 25-A, mostrando os feixes de duas raízes formadas um pouco acima e de ambos os lados da cicatriz da fôlha. × 20.

Fig. 14 — Localização de raízes na região do nó. × 3,5.

A — Duas raízes simétricas em relação à cicatriz da fôlha;
B — Uma raiz formada sôbre o mamilo e outra lateralmente;
C — Raiz entre os mamilos opostos.



(A) (B)

Fig. 15 — Cortes tangenciais de um caule, vendo-se, ao lado da cicatriz da fôlha, o feixe de uma raiz. × 15.

A — Na região cortical;
B — Junto da medula.

Fig. 16 — Pequeno mamilo em elevado nível do tronco.

Fig. 17 — Pormenor da fig. anterior, vendo-se as pontas, salientes, de algumas raízes, uma delas no próprio bojo do mamilo. (Reduzido a 2/3)

Fig. 18 — Saída de uma raiz com rotura da felogene. × 20.

Fig. 19 — Pormenor da fig. anterior, mostrando a nova periderme diferenciada. × 60.

Fig. 20 — Mamilos radicíferos bastante desenvolvidos e já com acentuado geotropismo positivo. (Aprox. tamanho natural).

Fig. 21 — Formação de raízes em mamilos de reduzidas dimensões. (Aprox. tamanho natural).

Fig. 22 — Radicação de um mamilo colocado em contacto com o solo, e emissão de um rebento vigoroso noutro mais afastado do terreno. (Aprox. tamanho natural).

Fig. 23 — Pormenor das raízes referidas no caso anterior. $\times 5$.

Fig. 24 — Formação de raízes nos nós da base do caule, acompanhada de desenvolvimento inicial de mamilos. (Aprox. tamanho natural).

Fig. 25 — Casos menos freqüentes da produção de raízes: A - duas raízes, sendo uma de cada lado da cicatriz da fôlha; B - uma raiz, no 2.º nó, ao lado do pecíolo da fôlha; C - uma raiz em cada um dos três primeiros nós. (Aprox. tamanho natural).

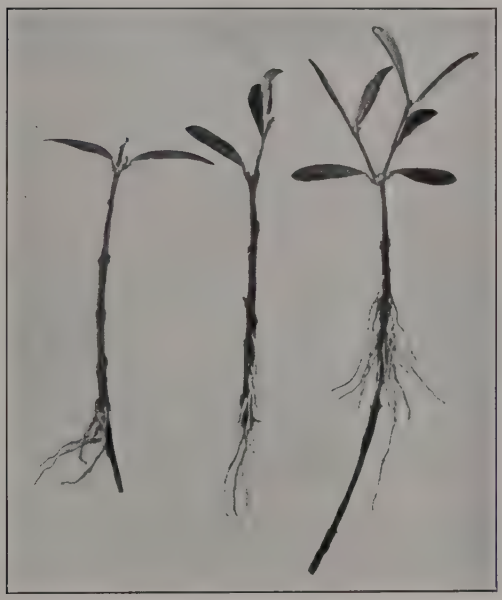


Fig. 26 — Radicação de estacas herbáceas de oliveira submetidas à acção de hormonas de crescimento. (Reduzido a 1/2)

Fig. 27 — As mesmas estacas 6 meses mais tarde. (Reduzido a 1/6)

NOTA ÀCÊRCA DA ACÇÃO DA COLQUICINA SÔBRE O CENTRÓMERO

POR *DUARTE DE CASTRO*
(DA ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL)

O mecanismo segundo o qual se realiza a movimentação dos cromosomas, quando da cariocinése, está ainda hoje no dominio das hipóteses. Parece não haver dúvidas, no entanto, que nesses fenómenos têm papel importante os centrómeros e os centrosomas ou, no caso das plantas superiores, os centrómeros e outros órgãos ou fôrças que desempenhem funções semelhantes àquêles últimos.

As pequeníssimas dimensões do centrómero ($\pm 0.2\,\mu$), a falta duma técnica adequada ao estudo da sua estrutura e ainda o seu comportamento tão especial, quer na mitose quer na meiose, fazem com que as investigações a seu respeito pouco tenham progredido.

Tendo em vista a perfeita diferenciação do centrómero entre a série de partículas semelhantes que constituem os cromosomas, considerando, também, que o papel por êle desempenhado na mecânica celular é de tal maneira importante que o podemos considerar como governando o destino dos cromosomas e, portanto, o mecanismo da hereditariedade, julgamos de interêsse relatar qualquer observação que lhe diga respeito por mais insignificante que possa parecer.

A maioria dos trabalhos até agora efectuados nos quais o centrómero é posto em relêvo referem sòmente o seu comportamento normal ou aquêle de que é capaz quando, numa célula, não se encontra sincronisado com os seus semelhantes, isto é, quando estamos em presença de univalentes. Julgamos, porém, que forçando, por meio de agentes externos, anomalias nas divisões nucleares, poderemos obter aquelas em muito maior número e diversidade do que as comandadas genèticamente e por isso dirigi-

Recebido para publicação em 26 de Junho de 1942.

das sempre no mesmo sentido. Dêste modo mais fàcilmente se poderá julgar sôbre a importância relativa de cada elemento celular.

A colquicina perturbando profundamente a série de fenómenos que conduzem aos processos de divisão do núcleo parece ser um agente prometedor em investigações desta natureza, e por isso forneceu os elementos de estudo para a presente nota.

I

Empregámos como material de experimentação inflorescências de *Alöe arborescens* L. Como é sabido esta planta tem 7 pares de cromosomas, 3 pequenos e muito semelhantes, e 4 compridos; êstes últimos têm constrições quinéticas a um têrço do seu comprimento total, dentre êles um único apresenta uma constrição secundária próximo duma extremidade e satélites na parte distal.

As inflorescências foram submetidas a diversos tratamentos com soluções de colquicina. Umas foram cortadas e postas com a extremidade cortada na solução, outras, presas à planta mãi, foram submersas totalmente, e outras ainda foram submersas e sujeitas logo a seguir a um tratamento térmico de 45° C. durante 20 minutos com o intuito de obtermos melhor fixação e coloração.

A solução usada foi apenas a de 1 %, variando as horas de tratamento. Verificou-se que a demora, nos tratamentos das diversas modalidades, não pode ser longa; fixando antéras logo a seguir à lavagem em água corrente das inflorescências que tiverem sido tratadas com 48 horas de imersão, verificam-se imediatamente profundas alterações que por vezes levam à morte alguns tecidos dos gomos florais.

As lâminas estudadas provêm de inflorescências tratadas segundo as 3 modalidades descritas e tôdas durante 24 horas, excepto a primeira modalidade na qual o tratamento demorou 16 horas.

Usaram-se vários fixadores mas os resultados foram sempre maus, supomos que devido à acção da colquicina, como outros também já notaram. Empregámos Medium Flemming, U. P. F. e Carnoy (20 seg.) seguido de 2BD ou Medium Flemming. O que mais satisfez foi o Carnoy antes de 2BD a seguir ao tratamento térmico de 45° C. durante 20 min. Como sabíamos o calor ajudou a fixação (CÂMARA 1935), mas mesmo neste caso não foi perfeita.

Seguiu-se depois a técnica de Newton pela violeta de Genciana em cortes 18 μ.

Com a técnica usada o centrómero dêste material torna-se visível em paquitenas com a mesma coloração do que os cromómeros; embora se destaque dêles pela sua forma esférica e por ser um pouco maior o intervalo que o separa da série de partículas semelhantes que formam o cromosoma.

As observações feitas são poucas e não seguem uma determinada ordem em virtude de se ter tido que inutilizar muito material devido à má fixação, difícil diferenciação e ainda a não termos obtido, nas 3 modalidades de tratamento, tôdas as fases da meiose. Julgámos, porém, que algumas observações, embora dispersas, justificariam esta nota.

Começámos por verificar que a condensação cromática, provocada pela colquicina, acentua aquela que se dá a partir do centrómero ao longo do cromosoma e que foi observada em paquitenas de algumas plantas, (DARLINGTON 1933, 1935) por êste facto os centrómeros são mais freqüentemente visíveis em material tratado do que em testemunhas, onde é raro vê-los em paquitenas. A condensação é muito forte chegando-se a ver os cromosomas, neste estado, tomar quási o aspecto daqueles que se apresentam em diaquinese, isto é, cobertos de substância matriz.

Êste aspecto de condensação é já conhecido de quem trabalha com colquicina e é idêntico àquêle produzido pela acção de tratamentos térmicos e de desidratação (GILES 1939).

Em diplotenas e diaquineses não vimos centrómeros nem observámos qualquer facto digno de nota além da referida condensação.

Chegando à metafase e anafase da 1.ª divisão, como em todos os outros estados anteriores, vimos figuras normais e em todos os graus de condensação. Nesta altura começa o centrómero a ter uma actividade definida e a diferenciar-se com mais nitidez do corpo do cromosoma, e quando em divisões normais êle raramente é visível, aqui por vezes, julgamos vê-lo a caminho dos pólos com uma porção de substância matriz aderente, em virtude da aludida condensação (Fot. 1). Noutro caso (Fot. 2) observou-se num bivalente um grande esticamento da substância matriz, mas sem se destacar da restante que envolve o cromosoma. Êste facto leva a

pensar que, pela acção da colquicina, o centrómero fica envolvido em substância matriz da qual dificilmente se liberta para cumprir a sua missão.

Observámos placas metafásicas em que a par de cromosomas aparentemente normais, existem outros que emparelhando não se arrumam na placa equatorial, como mostra o desenho I. Vê-se também nesta placa que um dêstes bivalentes anormais apresenta ainda, pelo menos dum lado, a constrição quinética, enquanto que a outra extremidade se pode considerar amorfa. No desenho II vêm-se dois cromosomas não emparelhados nos quais já se notam indícios de divisão longitudinal.

Ainda em metafases vimos o efeito típico da colquicina, isto é, células destituídas de fuso mostrando completa asinapsis, com os cromosomas espalhados ao acaso, em número superior ao característico da espécie, e mostrando por sua vez uma divisão longitudinal (Des. III e IV). Encontram-se, por vezes, metafases em que os cromosomas estão extremamente condensados; o desenho V mostra um dêsses casos em que nem sequer se vislumbram as constrições quinéticas, nesta mesma figura vêm-se dois pontos cromáticos afastados da placa equatorial e outro ligado a um cromosoma por um leve filamento com partes também mais condensadas. O desenho VI é um caso de extrema condensação e completa asinapsis.

Em anafases da I divisão notaram-se com freqüência univalentes nos quais se vê como que o centrómero a querer destacar-se, e, por vezes, entre os dois grupos irregulares de cromosomas, situados já nos dois pólos, observaram-se fragmentos com uma esferazinha numa das extremidades, ou ainda 2 fragmentos com um ponto corado entre êles (Des. VII, VIII e IX).

Nas fases seguintes, verificámos a par de divisões normais outras com distribuïção irregular de cromosomas, pontes, fragmentos e aglutinações mas entre estas nenhuma anomalia que nos elucidasse sôbre a natureza dos centrómeros, além das que deixámos acima apontadas.

II

A função mais importante do centrómero é posta em relêvo quando da movimentação dos cromosomas, embora êle exerça outras, como o «control» da distribuïção do *crossing-over*, e se lhe

queira atribuir uma função orientadora dos movimentos de espiralização (DARLINGTON 1937). Até há pouco eram geralmente aceites as teorias de DARLINGTON e BELAR segundo as quais a deslocação dos cromosomas para a placa equatorial e daí para os polos era efectuada, primeiro à custa de fôrças repulsoras entre centrómeros e centrosomas, ou fôrças emanadas dos pólos, em seguida por repulsões entre os próprios centrómeros, e por fim pelo alongamento do fuso entre os dois grupos de cromosomas que se separam. Sôbre a natureza destas fôrças pouco ainda se sabe, há no entanto, quem procure na teoria das estruturas coloidais explicação para êstes factos e assim atribuam as repulsões à formação, num meio fluido, duma dupla camada eléctrica à superfície das partículas que constituem os cromosomas. As atracções, por outro lado, seriam devidas às fôrças designadas por London-van der Waals (WADDINGTON 1939).

Depois do trabalho de CARLSON (1938) sôbre o comportamento de fragmentos desprovidos de centrómero e da descoberta do extranho comportamento cromosómico nas divisões nucleares que procedem a determinação do sexo em *Sciara* (METZ-1938), estas teorias têm de sofrer necessàriamente modificações. Não foi possível, no entanto, formular ainda qualquer hipótese que abrangesse todos os casos difíceis que se nos apresentam.

No que diz respeito à natureza física e química do centrómero, conserva-mo-nos na mesma ignorância. A única hipótese é a formulada por DARLINGTON (1939) que depois de observar o comportamento anormal de univalentes, em *Fritillaria kamtschatkensis*, é de opinião que o centrómero é de natureza dupla, consistindo num orgão essencial de divisão, fluido, contido num envólucro fibroso que tem a propriedade, como as restantes partes dos cromosomas, de se dividir longitudinalmente. Quanto à sua natureza química sabe-se ùnicamente que em mitoses post-meióticas no grão do polen de *Tradescantia gigantea*, êle apresenta uma reacção nuclear positiva, o que indica, portanto, a existência de ácido timonucleico (PROPACH-1940).

A dificultar ainda qualquer hipótese sôbre a sua natureza, existe o facto de aparecerem centrómeros tanto duplos como singulares, nos bivalentes em metafase ou nos cromosomas em mitose e ainda por vezes duplo e singular em diferentes cromosomas da mesma célula (DARLINGTON-1939, SCHRADER-1940).

Existem igualmente grandes dúvidas quanto às suas relações com os outros elementos da célula que tomam parte no mecanismo da divisão nuclear, no entanto, do que se tem dito parecem ressaltar os seguintes factos que se podem aplicar duma maneira geral a todos os organismos estudados:

1 Tanto os centrómeros como os centrosomas são capazes de promover a diferenciação dos fusos. (DARLINGTON - 1937).

2 Os centrómeros modificam o fuso dos centrosomas alargando-o (DARLINGTON - 1937).

3 Só os fragmentos providos de centrómeros são capazes de constituir microcitos e portanto de formar paredes celulares (UPCOTT - 1937).

4 Existem grandes semelhanças entre centrómeros e centrosomas (POLLISTER - 1939).

5 Os centrómeros são independentes dos cromómeros no que diz respeito à sua divisão (diplocromosomas) (WHITE - - 1935).

As nossas escassas observações não são de molde a lançar qualquer luz sôbre os problemas que acabámos de expôr sumàriamente, sugerem-nos, no entanto, algumas ideias.

O efeito característico da colquicina é, como já vimos, a inibição do fuso ao mesmo tempo que se dá uma forte condensação de substância matriz que, por vezes, esconde o centrómero continuando no entanto a divisão dos cromosomas, quando o tratamento não tiver sido demasiadamente forte.

Não se poderão relacionar êstes efeitos simultâneos?

Está provado que nos protistas, fungos e ocasionalmente em organismos superiores se podem desenvolver fusos dentro do núcleo, e que nos coccideos e nalguns outros animais cada bivalente forma o seu fuso que só ulteriormente tomam uma orientação conjunta (DARLINGTON - 1937).

Além disto (CLARK-1940) no mutante de milho, *divergent (dv)*, em que o fuso da 1.ª divisão meiótica é divergente levando os cromosomas a formar vários núcleos parciais, verificou que cada um dêstes era capaz de formar um fuso independente, na 2.ª

sidivão. Perante êstes factos parece não haver dúvidas de que os centromeros só por si podem promover a formação de fusos.

Por outro lado é conhecida a parte que tomam as hormonas no desencadeamento das divisões nucleares (WENT and THIMANN--1937). GUSTAFSSON (1939) esclarece-nos também sôbre a influência que podem ter certas substâncias a que chama mitóticas ou meióticas, conforme os casos, na determinação do tipo de divisão nuclear e sôbre a sua interacção que produz tipos intermédios. A par dêstes factos sabemos que a colquicina provoca, às vezes, efeitos semelhantes aos das hormonas tanto de crescimento como sexuais (HAVAS-1937 e 1939, SCHMUCK-1939, CASTRO-1940).

Para o nosso caso é lógico, também, pensar que estamos perante um dêsses efeitos.

Assim, para o caso de completa asinapsis, podemos supôr uma substância meiótica, que possìvelmente provoca o emparelhamento, a ser destruída pela acção da colquicina. Ao mesmo tempo esta, em virtude da grande condensação de substância matriz que produz em volta do cromosoma, inibiria o centrómero de derramar a substância ou emanar a fôrça que orienta as partículas alongadas, da natureza proteica, que formam o fuso (SCHMIDT 1939). A colquicina actuaria assim como uma hormona mitótica que em nada prejudica a divisão cromosómica a não ser que actui em doses tóxicas. Logo que deixe de exercer a sua acção, os cromosomas que nada sofreram na sua estrutura, tanto física como química, reassumem os seus atributos mitóticos que seriam os normais depois da primeira divisão meiótica. Em mitoses dar-se-ia ùnicamente a grande condensação.

Os desenhos I e II podem talvez interpretar-se supondo que os bivalentes fora da placa equatorial sofreram uma condensação mais forte e por êsse motivo não teriam podido promover a diferenciação do seu fuso. O desenho I mostra claramente, num dos bivalentes colocado na placa, o esfôrço que um centrómero está fazendo para se libertar do excesso de substância matriz que o envolve.

A asinapsis de dois cromosomas que se observam no desenho II pode ter sido originada nas fases anteriores à paquitena visto que esta figura provém de material fixado 3 dias depois do tratamento.

Referindo-nos finalmente aos desenhos VII, VIII e IX e tendo em consideração os factos que acima apontámos, podemos talvez

supor que os corpúsculos corados que aí se representam são verdadeiros centrómeros destacados de univalentes que por excessiva condensação se atrazaram. O centrómero ter-se-ia esforçado e em conseqüência partido os filamentos que o ligam às restantes partes do cromosoma. Quando se deu a rotura já os restantes cromosomas estariam no fim do seu movimento anafásico prestes a entrar em telofase não aceitando, portanto, qualquer outro material, que ficaria espalhado ao acaso pelo citoplasma.

Na figura VIII falta um braço do univalente que possivelmente ter-se-ia separado do centrómero antes do outro, e provàvelmente encorporado nos núcleos filhos segundo o processo descrito por CARLSON para *Chortophaga viridifasciata*. O desenho IX mostra ainda 2 univalentes com os supostos centrómeros tentando conduzi-los para os polos.

KARPECHENKO (1940) diz ter observado divisões transversais do centrómero em cromosomas de centeio tratados com colquicina. Como tivemos conhecimento dêste trabalho através dum resumo não temos bases suficientes para o poder apreciar.

SUMMARY

The effects of colchicine on meiosis of *Aloë arborescens* L. were studied.

Inhibition of spindle mechanism is the most marked effect of colchicine on cells. It provokes simultaneously a strong condensation of matrix substance round the chromosomes, causing the centromeres to be out of sight. Nevertheless, longitudinal division of chromosomes proceeds in the normal way.

It is suggested that a possible destructive action of an inducing-meiotic substance which leads to pairing, is due to colchicine. On the other hand, strong condensation of matrix substance would prevent the centromere from liberating the substance or emanate the force which brings about the orientation of protein particles of the spindle.

As soon as colchicine leaves the cell, the chromosomes which have not suffered any physical or chemical change, undergo their normal mitotic division.

It is suggested that the action of colchicine on mitosis results only in strong condensation of matrix substance.

Colchicine would then play the rôle of a mitotic hormone, without hindering chromosome division, except in cases of high doses.

BIBLIOGRAFIA

CÂMARA, A.

1935 Efeitos das temperaturas elevadas sôbre os cromosomas meióticos do *Aloë arborescens* L. *Rev. Agronómica* **23**: 280-318.

CARLSON, J.

1938 Mitotic behaviour of induced chromosome fragments lacking spindle attachments in the neuroblasts of the grasshopper. *Proc. nat. Acad. Sci. Wash.* **24**: 500-507.

CASTRO, D.

1940 Alguns efeitos da colchicina. *Agronomia Lusitana.* **2**: 91-103.

CLARK, F. J.

1940 Cytogenetic studies of divergent meiotic spindle formation in *Zea mays*. *Amer. J. Bot.* **27**: 547-559.

DARLINGTON, C. D.

1933 Meiosis in *Agapanthus* and *Kniphofia. Cytologia.* **4**: 229-240.

1935 The internal mechanics of chromosomes II. Prophase pairing at meiosis in *Fritillaria. Proc. roy. Soc. B.* **118**: 59-73.

1937 *Recent Advances in Citology.* Second edition. J. & A. Churchill Ltd. London.

1939 Misdivision and the genetics of the centromere. *J. Genetics.* **37**: 341-364.

GILES, N.

1939 The effect of dehydration on microsporogenesis in *Tradescantia. Amer. J. Bot.* **26**: 34-339.

GUSTAFSSON, A.

1939 The interrelation of meiosis and mitosis I. The mechanism of agamospermy. *Hereditas, Lund.* **25**: 289-322.

HAVAS, LÁSZLO.

1937 Colchicine, «Phytocarcinomata» and plant hormones. *Nature, Lond.* **140**: 191-192.

1939 Influence of colchicine on the sexually induced colour change of *Rhodeus amarus. Nature, Lond.* **143**: 809.

KARPECHENKO, G. D.

1940 On the transverse division of chromosomes as a result of colchicine treatment. *C. R. Acad. Sci. U. R. S. S.* **2**: 404. Resumo em: *Der Züchter.* **13**: 294.

METZ, C. W.

1938 Chromosome behaviour inheritance and sex determination in *Sciara*. *Amer. Nat.* **72**: 485-520.

POLLISTER, A. W.

1939 Centrioles and chromosomes in the atypical spermatogenesis of *Vivipara*. *Proc. nat. Acad. Sci. Wash.* **25**: 189-195.

PROPACH, H.

1940 Die Centromeren in der Pollenkorn mitose von *Tradescantia gigantea* Rose. *Chromosoma* **1** : 521-525.

SCHMIDT, W. J.

1940 Doppelbrechung der Kernspindle und zugfasertheorie der chromosomenbewegung. *Chromosoma* **1** : 253-264.

SCHMUCK, A.

1939 Concerning the effect of chemical substances on the change in hereditary properties of plants. *Priroda. Moskwa.* **3** : 74-78.

SCHRADER, F.

1940 The structure of the kinetochore at meiosis. *Chromosoma* **1** : 230-237.

UPCOTT, M.

1937 The external mechanics of the chromosomes Vl. The behaviour of the centromere at meiosis. *Proc. roy. Soc. B.* **124** : 336-361.

WADDINGTON, C. H.

1939 *An Introduction to Modern Genetics*. George Allen & Unwin Ltd. London.

WENT and THIMANN

1937 *Phytohormones*. The Macmillian Company. New York.

WHITE, M. J. D.

1935 The effect of X-rays on mitosis in the spermatogonial divisions of *Locusta migratoria* L. *Proc. roy. Soc. B.* **119** : 61-84.

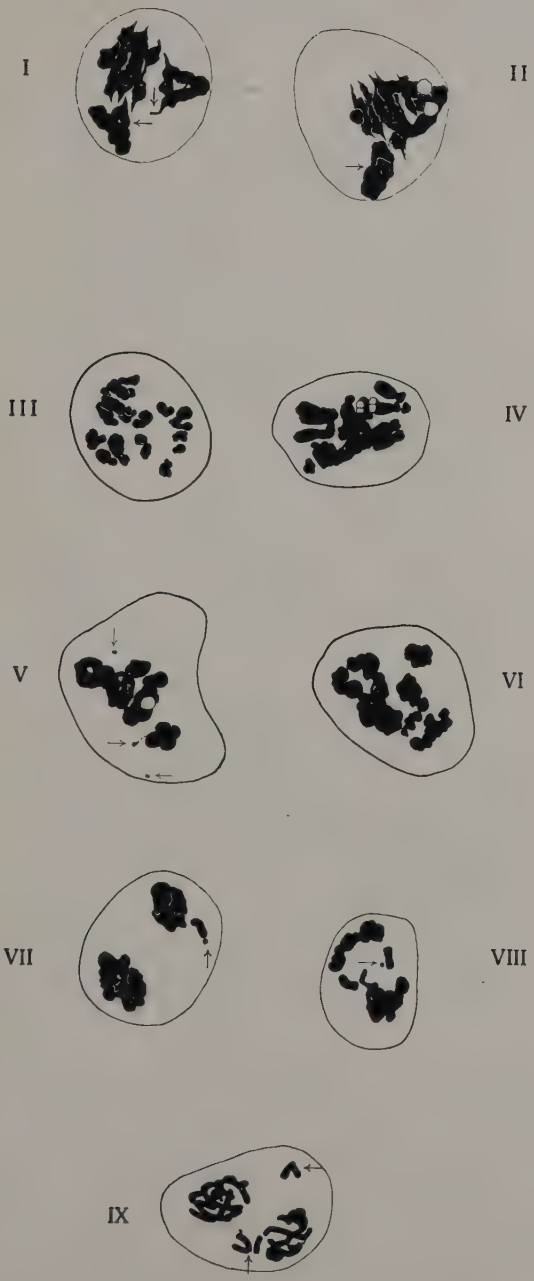
I e II — C. M. P. duma inflorescência tratada com colquicina a 1 % durante 24 horas e em seguida sujeita a um tratamento térmico de 45° C. durante 20 minutos e fixadas 3 dias depois.

III e IV — C. M. P. duma inflorescência tratada com colquicina a 1 % durante 24 horas e fixadas 1 dia depois.

V e VI — C. M. P. duma inflorescência tratada com colquicina a 1 % durante 48 horas e fixadas 2 dias depois.

VII, VIII e IX — C. M. P. duma inflorescência tratada com colquicina a 1 % durante 24 horas e fixadas 12 dias depois.

Desenhos feitos a 2950 diam. aproximadamente, embora as fotografias estejam reduzidas.


I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX

Fot. 1 e 2 — C. M. P. tratadas com colquicina durante 24 horas e em seguida sujeitas a um tratamento térmico de 45° C. durante 20 minutos e fixadas 3 dias depois.

SUBSÍDIOS PARA O ESTUDO CARIOLÓGICO DO GÉNERO *TRIGONELLA* L. (*)

POR *LUÍS DE AZEVEDO COUTINHO*
E *MANUEL DA CUNHA E LORENA*
(ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL)

INTRODUÇÃO

O género *Trigonella* L. pertence à família das *Leguminosas*, sub-família das *Papilionadas* e, dentro desta, à tribu das *Trifolieas*.

Compreende diversas espécies, entre as quais se distingue a *T. Foenum-Graecum* L., designada vulgarmente por feno-grego ou fenacho, planta conhecida desde remotas civilizações e cultivada para os mais diversos fins, entre os quais sobressai a alimentação pecuária.

Os «melhoradores» dedicam-lhe uma particular atenção porque, tratando-se duma forragem anual de alto valor alimentar, detentora de magníficas condições de adaptação ao nosso meio e resistência a doenças possui, em contra partida, princípios que transmitem à carne e ao leite sabor e cheiro característicos e desagradáveis. Uma vez porém que seja possível obter formas isentas de tais princípios, tudo faz supôr que esta espécie venha de futuro a ocupar um lugar excepcional na cultura pratense.

Resulta daqui um natural interêsse em fornecer aos «melhoradores» indicações sôbre a constituïção cromosómica das espécies do género *Trigonella*, sobretudo da *T. Foenum-Graecum*, afim de se enriquecerem de elementos que hão-de facilitar o seu melhoramento.

Por outro lado, a sistemática dos géneros *Trigonella* e *Medicago* atravessam períodos de incerteza, havendo autores como ANCHERSON e GRAEBNEN (1906-1910) que aconselham a transferência da *T. Ovalis* e da *T. radiata* para o género *Medicago*.

TSCHECHOW (1932) sugere que a espécie *Foenum-Graecum* deva sair do género *Trigonella* formando um género àparte, o que não

(*) Comunicação apresentada ao Congresso Luso-Espanhol para o Progresso das Ciências. Recebido para publicação em 25 de Junho de 1942.

encontra apoio em SIRJAEV (1932) que, numa profunda revisão sistemática nêle a inclui, no sub-género *Foenum-Graecum* por êle criado.

Uma vez que a análise dos caracteres morfológicos externos luta com dificuldades para arrumar as diferentes espécies, a sistemática necessita de recorrer ao auxílio da cariologia, não só pela colaboração da fixidez cromosómica, mas sobretudo pelas relações filogenéticas, comparando os diferentes tipos cromosómicos próprios de cada espécie, de forma a estabelecer relações de parentesco que determinem a classificação duma dada forma num determinado sentido. Sob êste aspecto interessa sobremaneira investigar, não só a cariologia do género *Trigonella* e *Medicago,* mas também a das espécies do género *Ononis* que, com aquêles dois, se encontra reünido na tribu *Trifoliea.*

Infelizmente, porém, a cariologia das *Trigonellas* encontra-se ainda pouco conhecida, referindo-se-lhes uma fraca bibliografia, de modo que as observações que até nós chegam, TSCHECHOW (1932), pouco avançam além da contagem dos cromosomas das espécies *Foenum-Graecum, coerulea, polycerata, striata, monspelica, corniculata, balansea, callíceras, glomerata* e *crética,* tôdas com $2n = 16$, excepção da *T. polycerata* que possui 28 cromosomas.

Quanto às características da morfologia cromosómica ainda mais pobre de observações se encontra êste género. Com excepção do trabalho de FRYER (1930), que não nos foi possível obter, os únicos elementos de caracter filogenético são ainda os de TSCHECHOW (1932), referindo apenas uma diferenciação cariológica nas dimensões dos satélites, não fornecendo quaisquer outras indicações, nem mesmo quanto à localização das constrições quinéticas.

Os estudos cariológicos do género *Trigonella* têem assim uma plena justificação mas, como de momento nos encontramos no início de um programa a executar, a presente contribuïção a êste Congresso não é tão vasta como desejaríamos, limitando-nos a apresentação do ideograma próprio da *T. Foenum-Graecum* L. e a referir as constituïções cromosómicas de algumas espécies que tivemos ocasião de observar.

MATERIAL E MÉTODOS

O nosso estudo incidiu sôbre metafases somáticas dos vértices vegetativos de radículas das seguintes espécies:

Trigonella Foenum-Graecum L.
Trigonella calliceras Fisch.
Trigonella crética Boiss.
Trigonella corniculata L.
Trigonella radiata Benth. (ex. Ind. Sem. H. B. *Coimbr.*)

As sementes eram originárias do Horto Botânico da Universidade de Coimbra. Também trabalhámos com sementes de *T. Foenum-Graecum* recebidas do Jardim Botânico da Universidade de Copenhague e do Instituto Superior de Agronomia de Lisboa.

Duma maneira geral, o material de *Trigonella* revelou-se francamente desfavorável para o trabalho que pretendemos realizar. Na maioria das vezes, os cromosomas apresentavam-se na metafase em aglomerado, sobrepondo-se uns aos outros, de modo que não só tornava impossível a observação da morfologia, como até a contagem era extremamente difícil. Nos casos mais claros, em que os cromosomas estavam separados e distintos, raras foram as metafases que se encontraram em condições de se poderem observar tôdas as constrições. Procurámos anular êstes inconvenientes tratando o material, antes de fixar, com uma imersão em hidrato de cloral a 2 % durante trinta minutos. Na mesma ordem de ideias, também algumas radículas foram prèviamente submetidas a temperaturas próximas de 0 graus centígrados durante cêrca de 24 horas. Dêstes dois tratamentos não colhemos resultados apreciáveis.

Como fixadores utilizámos Benda, o 2BE, o Navaschin modificado por Brün (com e sem ácido acético) e o *M. Flemming*, o último dos quais, na realidade, nos proporcionou metafases mais aproveitáveis. O método seguido foi o da inclusão em parafina. Corámos com violeta de genciana pelo método de NEWTON (LA COUR, 1931) e mais tarde seguimos as modificações de OEHLKERS (1940) que nos proporcionou placas de coloração mais perfeita.

Também ensaïámos um outro método mais expedito — o *Quetschmethode* de HEITZ — mas as figuras cromosómicas não foram muito tentadoras; dir-se-ia que o material de *Trigonella* é rebelde às reacções dêste método, pois experimentámos diferentes tempos de fixação e de hidrólise, sempre com resultados desfavoráveis.

Os desenhos foram feitos com câmara clara Zeiss, Objectiva

de imersão apocromática 100 e oculares 30 correspondendo a uma ampliação de 3.300 diâmetros.

A contagem e a medição dos cromosomas para o ideograma da *T. Foenum-Graecum* foi realizado pelo método descrito por CÂMARA (1934). Procurámos estabelecer os ideogramas das restantes *Trigonellas*, tal como havíamos feito para a *T. Foenum-Graecum*, mas verificámos que qualquer imprecisão de desenho na limitação dos extremos e na posição das constrições implicava, em face das reduzidas dimensões dos cromosomas, diferenças proporcionalmente grandes, fora dos limites de êrro que tornaram as medidas inaceitáveis. Por êste motivo limitámo-nos a comparar as figuras desenhadas à câmara clara, escolhendo placas de metafase em que os cromosomas se encontravam dispostos num plano horizontal. Assim, os desenhos devem traduzir as dimensões dos cromosomas sensìvelmente exactas e, como tal, apresentam-se em condições de poderem servir de base para um estudo comparativo dos diversos tipos de morfológicos.

OBSERVAÇÕES

1 — *Trigonella Foenum-Graecum* L.

A constituïção cromosómica somática desta espécie, observada em material proveniente do Instituto Superior de Agronomia de Lisboa, agrupa 16 cromosomas na formação diplóide, como TSCHECHOW (1932) havia já indicado.

QUADRO I

Cromosomas homólogos			
N.os	μ	N.os	μ
11	3.9 — 2.5	3	3.2 — 1.7
13	3.9 — 2.7	6	3 0 — 1.8
4	3.8 — 1.9	7	2.7 — 1.4
5	4.0 — 1.8	12	2.6 — 1.4
8	4.1 — 1.4	15	3.7 — 0.8 — (0.4) — 1.7
14	4.0 — 1.4	16	3.6 — 0.9 — (0.3) — 1.9
2	3.8 — 1.4	1	5.1 — 0 7
10	3.8 — 1 4	9	5.0 — 0.6

As características morfológicas do complexo cromosómico, como dimensões e relação de comprimento de braços pela localização das constrições, encontra-se representada no Quadro I e esquemàticamente no ideograma da figura 1, estabelecido com a

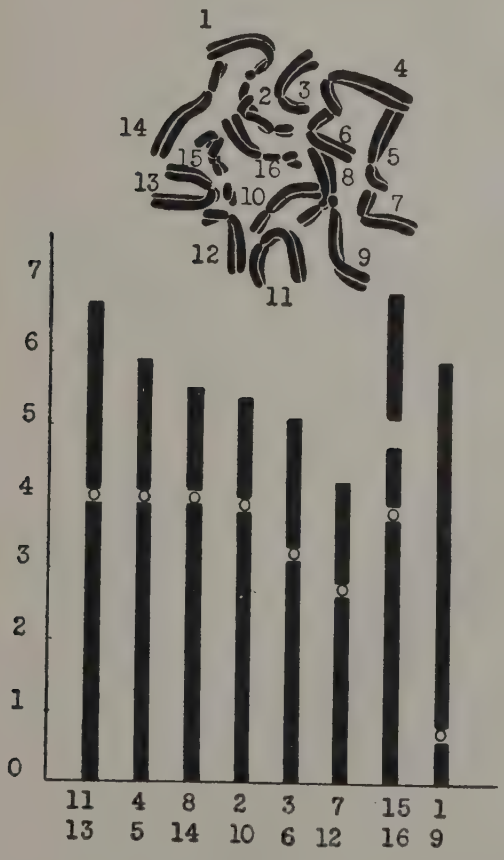


Fig. 1

média dos comprimentos dos cromosomas homólogos, expressos no mesmo quadro.

A análise dêstes elementos confirma-nos a existência de um par de cromosomas com constrições secundárias, mencionados já por aquêle investigador, e elucida-nos ainda quanto aos diversos

tipos cromosómicos do genómio da espécie. Notam-se 2 pares de constrição quinética céfalobraquial, n.os 1 e 9 e 15 e 16 os últimos dos quais, como já apontámos, são possuïdores de constrição SAT, que se localiza junto à cabeça do cromosoma formada pela constrição principal. Todos os restantes cromosomas são de constrição quinética submediana, que origina, pela sua posição relativa, um gradiente de tipos morfológicos semelhantes, que vai da formação de cromosomas quási isobraquiais, números 11 e 13, até aos héterobraquiais, de comprimento de braços muito diferentes, formando longas cabeças como se notam nos cromosomas 2 e 10.

Foi esta a única célula medida; no entanto, tivemos ensejo de confirmar a regularidade dêstes tipos morfológicos por desenho de outras placas de metafase.

As investigações foram também conduzidas em plântulas da mesma espécie, provenientes de sementes recebidas do Horto Botânico da Universidade de Coimbra as quais revelaram idêntica constituïção numérica ($2n = 16$). Neste material, porém, nalgumas células melhor fixadas, notava-se um novo tipo de cromosomas que não havia surgido no material do Instituto Superior de Agronomia. Além do par SAT, observou-se um outro par de constrição principal sensivelmente mediana, cromosomas 1 e 2 das figuras 2 *a* e *b*, possìvelmente do tipo D (mapa 1), tendo além disso uma constrição secundária.

O cromosoma SAT desta linha da *T. Foenum-Graecum* apresenta verdadeiros satélites. As dimensões da cabeça cromosómica formada pela localização da constrição principal são mais reduzidas, o que provoca neste cromosoma um aspecto um tanto diferente do mesmo tipo observado na linha de *T. Foenum-Graecum* do I. S. A.

Estas diferenças de morfologia cromosómica, embora notadas em dois pares de cromosomas, levam a julgar que estamos em presença de duas raças cariológicas distintas.

Uma vez que os sistemáticos dividem a espécie *Foenum-Graecum* em duas variedades, há todo o interêsse em verificar se existe alguma correspondência entre esta divisão sistemática e as raças cariológicas agora encontradas. Porém, como o nosso material apenas trazia referência sôbre a espécie, torna-se necessário esperar

pelo desenvolvimento das plântulas em que foi estudada a constituïção cromosómica para se proceder a ulterior arrumação nas referidas variedades.

2 — *Trigonella radiata.*

A sua guarnição cromosómica foi estudada em sementes provenientes do Horto Botânico da Universidade de Coimbra.

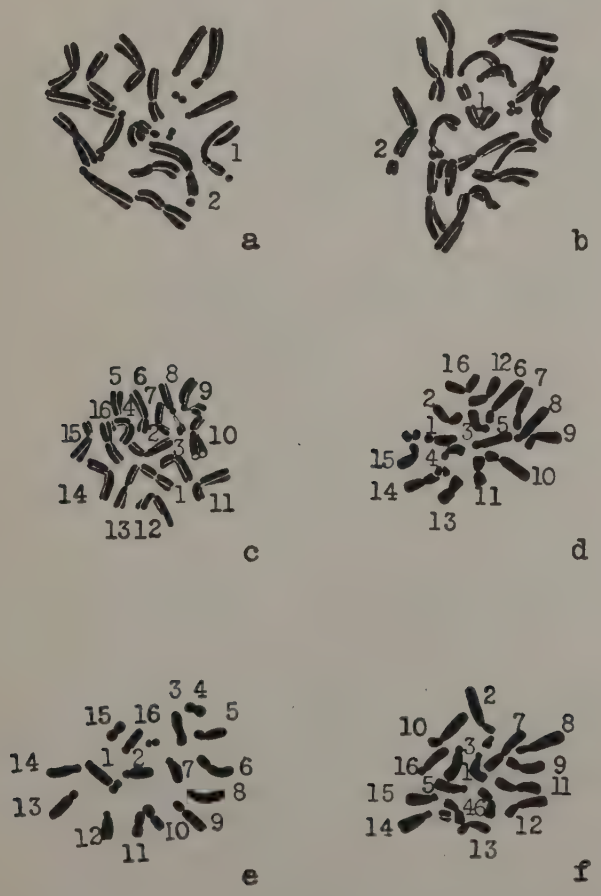


Fig. 2

Confirma-se a constituïção somática diplóide de 16 cromosomas, referida por TSCHECHOW (1932), compreendendo, figura 2*c*:

1 par de cromosomas SAT de tipo idêntico ao da *T. Foenum-Graecum*, cromosomas 8 e 9.
2 pares de cromosomas de constrição principal mediana, números 4 e 13 e 1 e 16.
5 pares de cromosomas de constrição sensìvelmente sub-mediana, 2 e 14, 3 e 11, 5 e 7, 6 e 12 e 10 e 15.

3 — *T. corniculata*

Material proveniente do Horto Botânico da Univ. de Coimbra. Possui semelhantemente às restantes *Trigonellas* uma constituïção diplóide reünindo 16 cromosomas que se distribuem nos seguintes possíveis oito pares homólogos, como se pode depreender da figura 2*d*:

1 par de cromosomas SAT, números 4 e 15 de tipo idêntico ao das outras espécies já referidas.
2 pares de cromosomas isobraquiais números 12 e 14 e 11 e 13 de constrições quinéticas medianas.
3 pares de cromosomas heterobraquiais 2 e 16, 7 e 9 e 6 e 10 de constrição principal sub-mediana.
2 pares de cromosomas de constrição quinética céfalo braquial, constituídos pelos cromosomas 5 e 8 e 1 e 3.

4 — *T. crética*

Apresenta esta espécie uma constituïção de 16 cromosomas, que se distribuem nos possíveis oito pares homólogos.

1 par de cromosomas SAT, de tipo idêntico ao das restantes espécies como se pode ver na figura 2*e*, cromosomas 2 e 7, com constrição quinética céfalobraquial, com os satélites bastante afastados do cromosoma.
2 pares de cromosomas de constrição quinética mediana 10 e 11 e 4 e 5.
2 pares de cromosomas héterobraquiais de constrição sensìvelmente sub-mediana, 6 e 9, 3 e 5.

3 pares de constrição quinética céfalobraquial, constituídos possìvelmente pelos cromosomas 1 e 8, 13 e 14, e 12 e 16.

5 — *Trigonella calliceras*

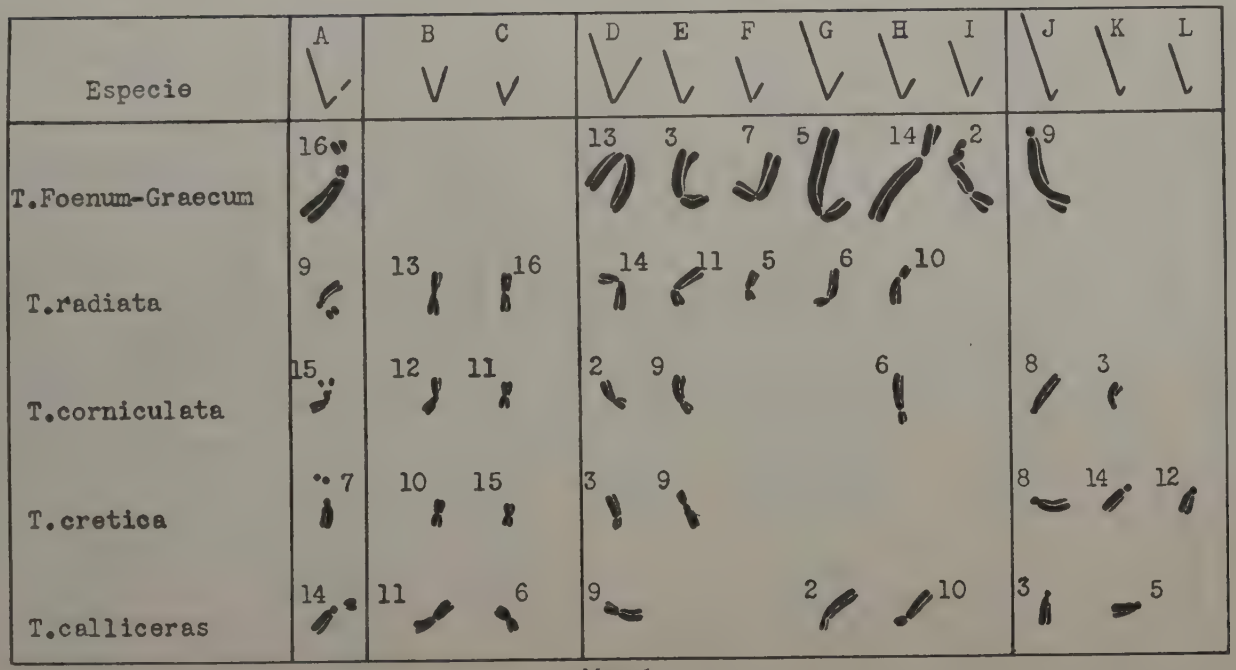
Na descrição cariológica desta espécie podemos referir 16 cromosomas na constituïção diplóide, que como tôdas as outras confirma a contagem de TSCHECHOW (1932). A arrumação dos cromosomas da metafase da figura 2*f*, por par, homólogas, proporcionou a seguinte provável distribuïção:

1 par de cromosomas SAT, números 1 e 14 de tipo semelhante ao das outras espécies observadas.
2 pares de cromosomas isobraquiais, números 7 e 11, 4 e 6.
3 pares héterobraquiais, cada um com diferente relação de comprimento de braços, cromosomas 9 e 13, 2 e 8 e 10 e 12.
2 pares de constrição quinética céfalobraquial 3 e 16, 5 e 15.

DISCUSSÃO

Para estudarmos comparativamente os complexos cromosómicos, próprios a cada espécie, e deduzir as suas relações filogenéticas, classificámos não só os diversos tipos morfológicos da *T. Foenum-Graecum*, servindo de base o ideograma da figura 1, como também os outros que, embora não existam na *Foenum-Graecum*, se encontram noutras *Trigonellas*. Dessa classificação resultaram os seguintes tipos cromosómicos que se apresentam no mapa 1:

A — cromosomas de constrição principal céfalobraquial e constrição SAT, formada, numas espécies, por peças de dimensões superiores às atribuídas aos satélites, noutras por verdadeiros satélites junto à cabeça do cromosoma.
B e C — cromosomas isobraquiais de constrição mediana, de diferentes tamanhos.
D — cromosomas héterobraquiais de relação de braços muito próxima da unidade.


Especie
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
T.Foenum-Graecum
T.radiata
T.corniculata
T.cretica
T.calliceras

Mapa 1

E, F — cromosomas héterobraquiais de relação de braços inferiores a 2:1.
C, H, I — cromosomas héterobraquiais de relação de braços igual ou superior a 2:1.
J, K, L — cromosomas de constrição principal céfalobraquial, de comprimentos diferentes.

Seguindo esta tentativa de classificação distribuímos os cromosomas das *Trigonellas radiata, corniculata, crética* e *callíceras* pelos grupos a que julgamos devem pertencer. Analisando êste mapa, ressaltam imediatamente as maiores dimensões dos cromosomas da *T. Foenum-Graecum* L. em relação às outras espécies, facto que havia já levado TSCHECHOW (1932) a aconselhar a sua arrumação fora do género *Trigonella*.

Podemos agora acrescentar que as diferenças por nós notadas dizem respeito ao facto da *T. Foenum-Graecum* não possuir certos tipos cromosómicos próprios das outras espécies, como sejam sobretudo os cromosomas isobraquiais, B e C. Em compensação, embora tendo em vista as maiores dimensões dos cromosomas da *T. Foenum-Graecum*, encontram-se nesta espécie afinidades cariológicas com outras espécies, como sejam a constituïção numérica e alguns tipos cromosómicos semelhantes, o que nos leva a discordar do seu afastamento para outro género, considerando pelo contrário que êstes laços sejam suficientes para justificar a opinião de SIRJAEV (1932), incluindo a espécie *Foenum-Graecum* no género *Trigonella*.

O cromosoma SAT é de tipo idêntico em tôdas as nossas espécies estudadas, apesar de revelar diferentes dimensões não só no corpo principal do cromosoma como também nos satélites, esféricos na *T. cretica*, longos na *T. calliceras* etc.

Dos restantes tipos cromosómicos, atribuídos à *T. Foenum-Graecum*, embora não o possamos afirmar categòricamente, ficamos no entanto convencidos que encontram imagem numa ou noutra *Trigonella*, como por exemplo o cromosoma tipo D, que se repete nas *Trigonellas radiata, corniculata, cretica* e *callíceras*, o tipo E existente nas três primeiras, e o J encontrado nas três últimas, etc.

Das espécies estudadas, a *T. radiata* parece ser, sob o ponto de vista cariológico, a que se apresenta mais ligada à *Foenum-*

-*Graecum*, através dos cromosomas tipos A, D, E, F, G e H, apesar-de não se notarem nesta os tipos B, C, I e J pertencentes à primeira. Como espécie mais afastada surge a *T. crética*, possuindo 4 pares de cromosomas idênticos, tipos, A, D, E e J, distinguindo-se com os cromosomas dos tipos B, C, K e J que não fazem parte da *T. Foenum-Graecum*.

Comparando entre si as guarnições cromosómicas das *T. radiata, corniculata, crética* e *callíceras*, podemos concluir que existe um grupo de cromosomas próprio de tôdas, tipos A, B, C e D que constituem património comum. Naturalmente êstes são responsáveis pela afinidade entre as espécies, devendo a sua diferenciação atribuir-se sobretudo aos restantes tipos cromosómicos E, F, G, H, I, K e L.

SUMÁRIO

A-fim-de colhêr elementos que facilitem o melhoramento do género *Trigonella* L. e, ao mesmo tempo, auxiliar os Sistemáticos a desfazer certas dúvidas, na arrumação das suas diferentes espécies, procedemos ao estudo cariológico das *Trigonellas Foenum-Graecum* L., *callíceras* Fisch., *crética* Boiss., *corniculata* L., e *radiata* Benth. (ex Ind. Sem. H. B. Conim.).

Para tôdas estas espécies encontrámos $2n = 16$, número que está de acôrdo com os poucos trabalhos já efectuados. Verificámos que a *Trigonella Foenum-Graecum*, embora possua cromosomas de muito maiores dimensões e lhe faltem no seu complexo certos tipos cromosómicos próprios doutras espécies, tem contudo grandes afinidades cariológicas com elas, o que nos leva a discordar do seu afastamento para outro género como propõe TSCHECHOW.

Das outras espécies estudadas, a *T. radiata* parece a mais afim com a *T. Foenum-Graecum*, surgindo-nos a *T. crética* como espécie mais afastada sob o ponto de vista cariológico. Pelo que diz respeito às *Trigonellas radiata, corniculata, crética* e *calliceras*, possuem tôdas um grupo típico de cromosomas que parece ser responsável pelas afinidades existentes entre elas, ao mesmo tempo que outros tipos existindo nuns e faltando noutros, são naturalmente os causadores da sua diferenciação.

SUMMARY

For the purpose of collecting data that might prove useful in the breeding of the genus *Trigonella* L. and also with the view of assisting the systematicians to clear certain doubts with the grouping of the different species within the genus, the caryological study of the *Trigonella Foenum-Graecum* L., *calliceras* Fisch., *crética* Boiss., *corniculata* L. and *radiata* Benth. (ex Ind. Sem. H. B. Conimbr.) was proceeded.

For all these species $2n = 16$ chromosomes were found, a number which agree with that arrived at in those very few investigations that have as yet been carried out on the subject. In the course of the present observations it was found that *T. Foenum-Graecum* though it has chromosomes of great size and in its complex it lacks some of those certain types of chromosomes peculiar to the other species, it shows however a great caryological affinity to these, a fact which leads us to disagree with TSCHECHOW who proposed to have it transferred to another genus.

Of all the others species studied, the *T. radiata* seems to be the most closely related to the *T. Foenum-Graecum*, where as the *T. cretica* appears to us as being the most distant species from a caryological point of view. With regard to the *Trigonella radiata corniculata, crética* and *calliceras* all of them have a typical group of chromosomes that seem responsible for the existing affinities between these species at the same time as others types existing in some of them but wanting in others are naturally the cause of their differentiation.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, J. MARQUES DE

1940 Elementos para o Estudo e Melhoramento do Fenacho (*Trigonella Foenum-Graecum* L.) *Agronomia Lusitana* **2** : (4) : 307-335.

CÂMARA, A. S.

1939 Um Estudo Citológico do *Triticum monococum* L. *An. Inst. Sup. Agron.* **6** (2) : 32-62.

FRYER, JAMES R.

1930 Cytological studies in *Medicago, Melilotus* and *Trigonella*. *Canad J. Rev.* **3** : (1) : 3-50.

I.A COUR, L.

1931 Improvement in everyday technique in plant cytology. *Jour. Roy. Microsc. Soc.* **51** : 119-126.

OEHLKERS, TRIEDRICH
1940 Über chromosomen färbungen mit Gentiana violett. *Z. Bot.* **36** : (1) : 55-62.
SIRJAEV, G.
1932 Genesis *Trigonella* L. Revisio critica. *Publ. Fasc. Sci. Univ. Massaryk* **148** : 1-43.
TSCHECHOW, WL.
1932 Karyo-Systematical analysis of the Tribe *Trifolieae* D. C. *Bull. Appl. Bot. Genetic* and *Plant-Breeding* **2** (1) : 119-149.

NOTAS BRIOLÓGICAS

I

POR *GEORGETTE REIS DE BARROS*
(Instituto Botânico da Faculdade de Ciências de Lisboa)

INTRODUÇÃO

GRANDE parte da nossa flora briológica está estudada. Às herborizações e publicações de BROTERO, WELWITSCH, CONDE DE SOLMS, I. NEWTON, LEVIER, J. HENRIQUES, D. ANTÓNIO PEREIRA COUTINHO, P.e A. LUISIER, ANTÓNIO MACHADO e A. ERVIDEIRA devemos principalmente o conhecimento de numerosas espécies e de grande parte da sua distribuïção em Portugal.

Apesar disso, cremos que alguma coisa de novo é possível sempre fazer e, embora tenhamos apenas entrado nesta especialidade, esperamos que a presente nota, pelo menos no que diz respeito à área de dispersão, possa constituir um modesto contributo para o conhecimento dos musgos portugueses.

Durante as herborizações realizadas colhemos exemplares de musgos em Lisboa e arredores, península de Setúbal, Sintra, Óbidos, próximo de Ferreira do Zézere, Buçaco e Souto de Lafões.

Além dêstes exemplares, outros nos foram trazidos por amáveis colectores.

Embora não possamos apresentar espécies novas para o nosso País, contamos novas localidades, razão por que publicamos esta primeira nota briológica.

Tencionamos publicar uma série de notas que irão saindo à medida que o material fôr colhido e estudado.

Antes de entrarmos pròpriamente na citação das espécies classificadas, não queremos deixar de testemunhar o nosso mais profundo reconhecimento ao Professor R. Telles Palhinha, que nos animou a iniciar êste estudo, ao Dr. Gonçalves da Cunha, que nos ajudou a resolver certas dificuldades surgidas, e ao Dr. Artur

Comunicação apresentada ao I Congresso Nacional de Ciências Naturais. Lisboa-Junho de 1941.

Ervideira, que teve a amabilidade de colocar ao nosso dispor a sua *Bryotheca Lusitanica*.

FISSIDENTACEAE

Fissidens bryoides (L.) Hedw.
Estremadura: Arredores de Lisboa, no solo (C. Tavares: LISU)

DITRICHACEAE

Ditrichum subulatum (Br.) Hpe.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, sôbre muros (G. Barros: LISU)

DICRANACEAE

Campylopus introflexus (Hedw.) Mitt.
(*Campylopus polytrichoides* De Not)
Beira alta: Souto de Lafões, em muros (G. Barros: LISU)
Nesta província ainda não citada.

Cynodontium Bruntoni (Smith) Br. e Schp.
Beira Alta: Vouzela, nos muros (G. Cunha: LISU)
Nesta província, apenas citada na Guarda (cfr. p. ex. Machado 1928, I: 47).

POTTIACEAE

Hymenostomum microstomum (Hedw.) R. Br.
(*Weisia microstoma* C. Müll.)
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, sôbre muros, com *Weisia viridula* (L.) Hedw. (G. Barros: LISU)
Nesta província ainda não citada.

Weisia viridula (L.) Hedw.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, sôbre muros (G. Barros: LISU)
Nesta província ainda não citada.

Trichostomus crispulum Br.
Estremadura: Cercal, sôbre rocha (G. Barros: LISU)

Tortella flavo-virens (Br.) Broth.
(*Trichostomum flavo-virens* Br.)
Estremadura: Lagoa de Óbidos, no solo (G. Barros: LISU)

Barbula Hornschuchiana Schultz
Estremadura: Negreiros, pr. Azeitão (G. Cunha: LISU)

Pottia truncatula (L.) Lindb.
Estremadura: Cercal, sôbre rocha (G. Cunha: LISU)

Tortula laevipila (Brid.) De Not.
Estremadura: Lisboa, Jardim Botânico, sôbre troncos (G. Cunha: LISU)

Tortula muralis (L.) Hedw.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, nos muros, com *Funaria hygrometrica* (L.) Sibth. (G. Barros: LISU)
Estremadura: Lisboa, Jardim Botânico, no solo (G. Barros: LISU), Parque Eduardo VII, em muros (G. Cunha: LISU), Palhavã, num muro (G. Cunha: LISU)

GRIMMIACEAE

Rhacomitrium heterostichum (Hedw.) Brid.
Beira Alta: Souto de Lafões, Castelo, no solo (G. Barros: LISU)

FUNARIACEAE

Physcomitrium pyriforme (L.) Brid.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, em muros, com *Funaria hygrometrica* (L.) Sibth. (G. Barros: LISU)
Nesta província ainda não citada.

Funaria obtusa (Dicks.) Lindb.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, nos muros (G. Barros: LISU)
Nesta província ainda não citada.

Funaria hygrometrica (L.) Sibth.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, em muros, com *Tortula muralis* (L.) Hedw. (G. Barros: LISU)
Estremadura: Setúbal, Subida das Necessidades, num talude argiloso (G. Cunha: LISU)

BRYACEAE

Bryum bicolor Dicks.
(*Bryum atro-purpureum* Wahl.)
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas (G. Barros: LISU)
Estremadura: Lisboa, Jardim Botânico, no solo (G. Barros: LISU)

Bryum capillare L.
Beira Litoral: Mata do Buçaco, no solo (G. Barros: LISU)
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas (G. Barros: LISU)
Estremadura: Negreiros, pr. Azeitão (G. Cunha: LISU)

Bryum Donianum Grev.
Estremadura: Sintra, Castelo dos Mouros, sôbre granito (G. Barros: LISU)

BARTRAMIACEAE

Bartramia pomiformis (L.) Hedw.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, nos muros (G. Barros: LISU)

Bartramia stricta Brid.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, nos muros (G. Barros: LISU)

HEDWIGIACEAE

Hedwigia albicans (Web.) Lindb.
(*Hedwigia ciliata* Ehrh.)
Beira Alta: Vouzela, Senhora do Castelo, sôbre granito (R. Palhinha: LISU)

LEUCODONTACEAE

Leucodon sciuroides (L.) Schwg. var. *morensis* (Schwg.) De Not.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, sôbre figueiras (G. Barros: LISU)

BRACHYTHECIACEAE

Homalothecium sericeum (L.) Br. e Schp.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, sôbre troncos de oliveira (G. Barros: LISU)

Estremadura: Setúbal, Subida das Necessidades, sôbre vimieiro (G. Cunha: LISU), Vila Fresca de Azeitão, sôbre oliveira (G. Cunha: LISU), Caparica, sôbre oliveira (G. Cunha: LISU)

Eurhynchium praelongum Br. e Schp.
Beira alta: Mata do Buçaco, num muro (G. Barros: LISU)

HYPNACEAE

Hypnum cupressiforme L.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, sôbre oliveira (G. Barros: LISU)

Varied. *filiforme* Brid.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, em muros (G. Barros: LISU)

POLYTRICHACEAE

Pogonatum aloides P. Beauv.
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, nos muros e pinhais (G. Barros: LISU)

Polytrichum attenuatum Menz.
(*Polytrichum formosum* Hedw.)
Beira litoral: Mata do Buçaco, num muro (G. Barros: LISU)

Polytrichum commune L.
Beira Alta: Mosteiro de Fráguas, pr. S. Miguel do Outeiro, no solo (G. Barros: LISU), Castelo, pr. Souto de Lafões, no solo (G. Barros: LISU)
Beira Litoral: Entre Mira e Tocha, no solo (G. Barros: LISU)

Polytrichum juniperinum Willd.
Beira Alta: Ponte da Vereda, entre Mortágua e Santa Comba Dão, no solo, com *Polytrichum piliferum* Schreb. (G. Barros: LISU)
Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, nos muros (G. Barros: LISU)

Polytrichum piliferum Schreb.

Beira Alta: Souto de Lafões, no solo (G. Barros: LISU)

Ribatejo: Ferreira do Zézere, Águas Belas, nos muros (G. Barros: LISU)

CONTENTS

List of some mosses growing in Portugal. Mention of new regions for certain species.

VOLUME IV — TOMO I

RAÍZES AÉREAS NA *VITIS VINIFERA* L. — Acúrcio Rodrigues 5

ORGANOGENIA DAS FORMAÇÕES RADICÍFERAS DA OLIVEIRA *OLEA EUROPAEA* L.—Francisco José de Almeida 31

NOTA ÀCÊRCA DA ACÇÃO DA COLQUICINA SÔBRE O CENTRÓMERO — D. de Castro 61

SUBSÍDIOS PARA O ESTUDO CARIOLÓGICO DO GÉNERO *TRIGONELLA* L. — Luís de Azevedo Coutinho e Manuel da Cunha e Lorena. 73

NOTAS BRIOLÓGICAS I — Georgette de Barros 87